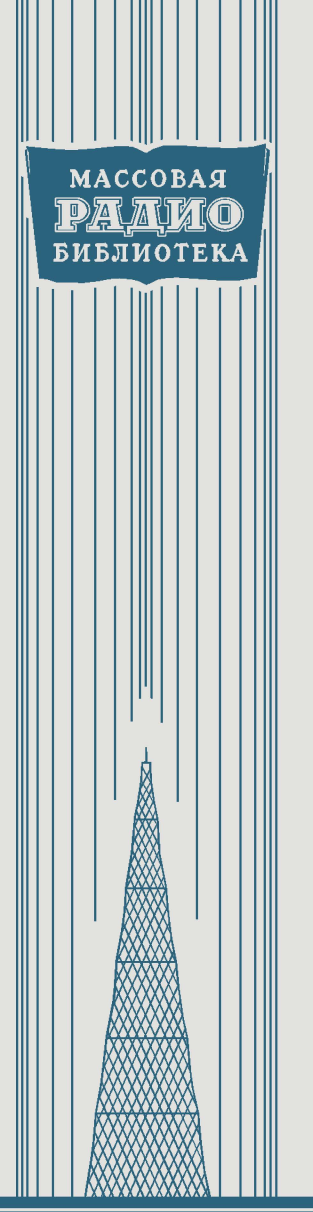


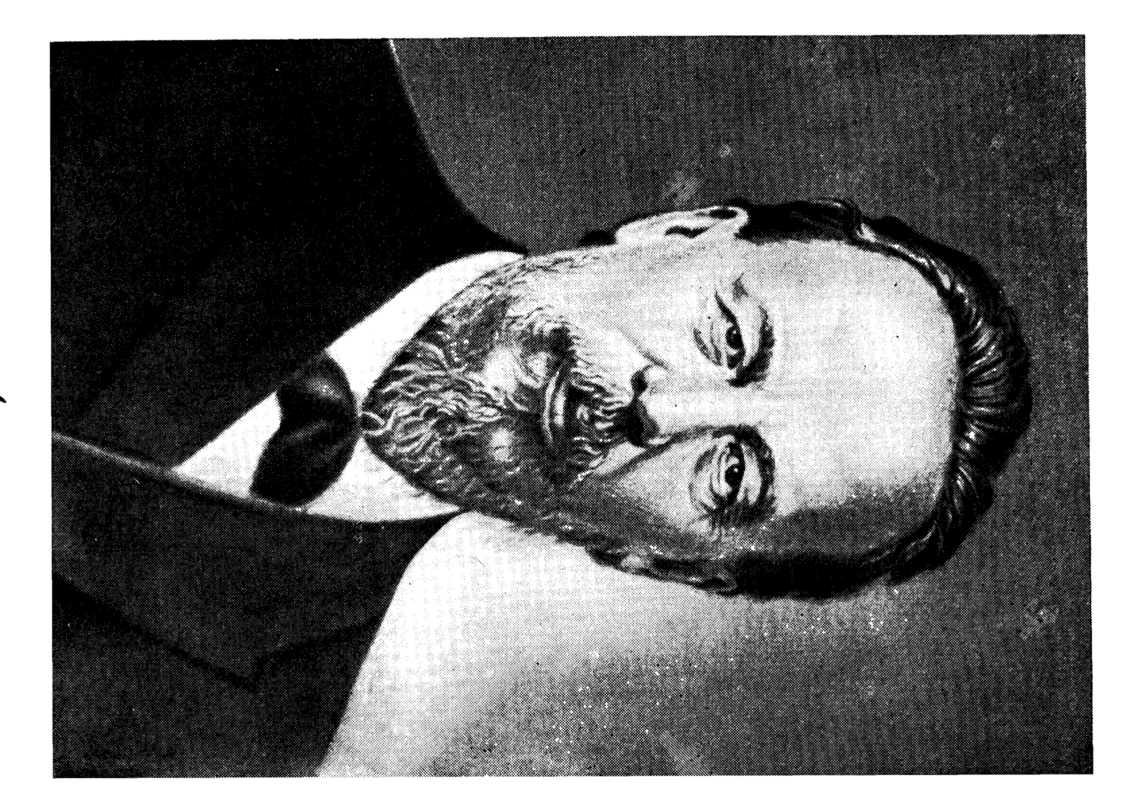


А. И. Берг и В. И. Шамшур

А. С. ПОПОВ
и
СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

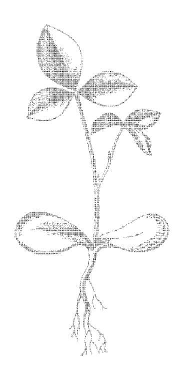


МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 328

А. И. БЕРГ и В. И. ШАМШУР

А. С. ПОПОВ И СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1959 ЛЕНИНГРАД

В брошюре приведен краткий исторический очерк жизни и деятельности изобретателя радио А. С. Попова, а также освещено современное развитие основных областей радиоэлектроники.

Печатается по поручению Организационного Комитета по проведению 100-летия со дня рождения великого русского ученого, изобретателя радио А. С. Попова.

Авторы *Берг Аксель Иванович* и *Шамшур Владимир Иванович*

А. С. ПОПОВ И СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Редактор *В. А. Бурлянд* Техн. редактор *К. П. Воронин*

Сдано в набор 6/III 1959 г. Подписано к печати 12/III 1959 г. Т-02879.
Бумага 84×108¹/₃₂ 4,5 печ. л. Уч.-изд. л. 5.
Тираж 5 000 экз. Цена 2 руб. Заказ 132

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Первая глава настоящей брошюры представляет собой переработанное содержание вводного раздела книги «Изобретение радио А. С. Поповым» (сборник документов и материалов), изданной Академией наук СССР в 1945 г. под моей редакцией.

Вторая глава брошюры написана В. И. Шамшуром и характеризует состояние радиоэлектроники в настоящее время.

А. Берг

Исторические заслуги ценятся не по тому, чего не дали исторические деятели сравнительно с современными требованиями, а по тому, что они дали нового сравнительно со своими предшественниками.

В. И. ЛЕНИН
(Сочинения, т. 2, стр. 166, 4-е изд.)

ГЛАВА ПЕРВАЯ

А. С. ПОПОВ — ИЗОБРЕТАТЕЛЬ РАДИО

Предшественники А. С. Попова

Давая оценку достижений отдельного человека, необходимо помнить, в какую эпоху он работал, каков был уровень знаний в этот период и на чем он мог базироваться в своих исследованиях. Надо объективно сравнить его достижения с успехами его предшественников, современников и последователей. С этой точки зрения нам следует оценить работу и жизнь Попова, этого великого новатора.

Нам, живущим в эпоху повсеместного, как нам теперь кажется, применения электричества и радио не так легко понять положение вещей на грани двух последних веков. Нелегко установить связь между первым радиоприемником А. С. Попова 1895 г. и современным сложным ламповым многоконтурным супергетеродином. Велика разница также между современным многокаскадным ламповым радиопередатчиком и первыми искровыми станциями с вибратором Герца. И все-таки это — звенья одной цепи событий, изобретений и открытий.

Попов создал свою первую схему радиоприемника, базируясь на достижениях своих предшественников; некоторые из них подошли вплотную к изобретению радио. Но никто из них, и это бесспорно, не может претендовать на звание изобретателя радио.

Неоспоримы заслуги великого и бессмертного Фарадея (1791—1867), открывшего закон индукции (1831) и изменившего все представления об электричестве и магнетизме, заставив перенести внимание на среду, окружающую наэлектризованные тела, проводники с током и магниты.

Гениальная прозорливость этого величайшего экспериментатора заложила фундамент для дальнейших изысканий, которые подтвердили правоту его революционных взглядов, оспаривавшихся на протяжении многих десятилетий не только рядовыми, но и крупнейшими учеными мира.

Фарадей всю свою жизнь был одинок в своих взглядах, и понадобилось время, понадобились новые условия для подтверждения его идей. Фарадей заложил прочный, основательный фундамент, на котором можно было строить дальнейшие сооружения науки об электричестве и магнетизме, и заставил прекратить изыскания на базе идей о мгновенном действии на расстоянии.

В архивах Королевского общества в Англии хранится письмо М. Фарадея, датированное 12 марта 1832 г., в котором он говорит о своем убеждении, что распространение электрической и магнитной сил есть явление колебательное и происходящее с конечной скоростью.

Великий математический толкователь идей Фарадея английский ученый Максвелл (1831—1879), основатель электромагнитной теории света (1864—1873), сделал дальнейший значительный шаг и подкрепил эксперименты Фарадея стройной теорией. И этот гениальный физик долгие годы оставался одиноким, так как он опередил свою эпоху, и его проникновенные идеи были выше понимания многих его современников. Максвелл, умерший в возрасте 48 лет и переживший Фарадея только на 12 лет, не дожил до всеобщего признания своих идей, до появления истолкователя их, сумевшего облечь их в более доступную математическую форму и подтвердить правильность их прямым экспериментом. Но Максвелл был далек от всякого практического использования своих теорий и даже от экспериментальной их проверки.

Фарадей и Максвелл подготовили почву для Генриха Герца (1857—1894), смело и настойчиво искавшего экспериментальные пути для доказательства свободного существования электромагнитных волн и их распространения с конечной скоростью в свободном пространстве, как это вытекало из теории Максвелла. Понадобились годы упорной и целеустремленной работы блестящего физика и экспериментатора, прежде чем он убедился сам и смог окончательно сформулировать в 1888 г. результаты своих классических опытов. Герц был первым человеком, сознательно управлявшим электромагнитными волнами и доказавшим идентичность многих их свойств со свойствами

света. Громадной заслугой Герца было также создание условий и приборов для излучения волн такой длины, с которыми можно было экспериментировать в пределах небольшой лаборатории, а также в разработке резонатора для обнаружения этих волн. Герц в своих опытах пользовался длинами волн от 60 *см* до 6 *м*. Но Герц не выходил со своими опытами за пределы лаборатории, хотя и ощущал, по его словам, неудобства работы в стесненном стенами здании. Он и не мог этого сделать, так как его резонатор был слишком груб для восприятия слабых электромагнитных колебаний за пределами комнаты. Вместе с тем задолго до его исследований был известен способ обнаружения электромагнитных волн по их воздействию на плохие контакты. Герц почему-то не воспользовался этим и ограничился применением гораздо более грубого индикатора. Поэтому, не умаляя заслуг Герца, сделавшего свое имя бессмертным благодаря своим замечательным исследованиям и, к сожалению, скончавшегося очень рано (в возрасте 37 лет, в 1894 г.), мы не можем рассматривать его иначе, как одного из талантливейших предшественников изобретателя радио. Герц и не думал о практическом применении своих волн для связи и не ставил себе подобной задачи. Он сделал следующий шаг, огромный по своему значению, и вооружил своих последователей новыми возможностями и верой в правоту идей Фарадея и Максвелла.

У Максвелла было много сторонников, и среди них следует отметить американского ученого Юза (1830—1900), проводившего интереснейшие работы с электромагнитными волнами. Он экспериментировал в этой области ранее Герца (с 1878 г.) и даже обнаружил их влияние на плохие контакты (1879), располагая, таким образом, гораздо более чувствительным индикатором, чем тот, которым пользовался Герц. Но он не опубликовал своих наблюдений; у него не было передатчика, знаменитого вибратора Герца, и он не сумел поставить достаточно систематизированных и убедительных опытов; он лишь предполагал, что имел дело с электромагнитными волнами, но искал подтверждения этих предположений в оценке крупнейших ученых того времени (1880). Тут его постигла неудача, так как после многочасового изучения его экспериментов эти ученые так и не поняли их сущности. Юз не скрывал своего разочарования, когда понял, что мог бы оказаться изобретателем радио.

Историк радиотехники Фаи (Fahie), подготавливая свою книгу по истории беспроволочного телеграфирования (в 1899 г.), обратился к проф. Уильяму Круксу с просьбой уточнить свои высказывания, сделанные в 1892 г. относительно его участия в некоторых из опытов по телеграфированию без проводов. У. Крукс ответил, что он имел в виду опыты профессора Юза, но, так как они не были опубликованы, он не считал себя вправе вникать в этот вопрос глубже. Он предложил Фаи запросить по этому вопросу самого Юза. Последний ответил в своем письме так:

«Ваше письмо навеяло на меня поток старых воспоминаний о моих опытах с воздушным телеграфом. Они были совершенно неизвестны широкой публике, и я боялся, что те немногие выдающиеся люди, которые их видели, об этом позабыли или запамятовали, каким образом были достигнуты продемонстрированные им результаты. Теперь уже поздно возбуждать вопрос о приоритете, так как я никогда не публиковал ни слова по этому вопросу; и было бы нелойяльным по отношению к лицам, работавшим на этом же поприще позже меня, выдвигать теперь совершенно неожиданно свои претензии на первенство в опытах, которые они производили, конечно, не ведая о моих работах».

По просьбе Фаи профессор Юз в другом письме после упоминания о своих работах над микрофоном добавил:

«Дальнейшие исследования доказали, что прерывающийся ток, проходя через индуктивность, вызывал столь сильные экстратоки, что вся атмосфера в комнате (или в некоторых отдаленных комнатах) получала мгновенно невидимый заряд, который обнаруживался в телефоне, соединенном с микрофонным контактом. Это привело меня к поискам лучшей формы приемника этих невидимых волн, которые, очевидно, проникали через все объекты, включая стены и др. ... Я обнаружил, что все микрофонные контакты являлись чрезвычайно чувствительными приемниками ..., в то время как плохой контакт между металлами был также весьма чувствителен, но спекался после прохождения электрических волн.

Чувствительность этих микрофонных контактов в металлах была повторно открыта г. Бранли в Париже и профессором Оливером Лоджем в Англии».

Далее, ссылаясь на демонстрацию своих опытов в 1880 г. Споттисвуду (Spottiswoode), Хаксли (Huxley) и Стоксу (Stokes), Юз пишет:

«Профессор Стокс не мог согласиться с моим мнением о наличии электрических волн, не известных до этого времени, но считал, что я имел совершенно достаточно оригинального материала для прочтения доклада в Королевском Обществе». И далее: «Я был так разочарован моей неспособностью убедить их в наличии этих электрических волн, что фактически отказался писать что-либо по этому вопросу до тех пор, пока я не окажусь в состоянии более убедительно продемонстрировать их существование; я продолжал мои опыты на протяжении нескольких лет в надежде добиться возможности безупречной научной демонстрации наличия воздушных электрических волн, возбужденных искрой от экстратока в катушках, электризацией трением или вторичными обмотками катушек. Блестящая демонстрация этих волн была реализована профессором Герцем, который в своих мастерских исследованиях по данному вопросу в 1887—1889 гг. полностью продемонстрировал не только их существование, но и их идентичность с обычным светом ... Тогда я понял, что уже слишком поздно выступать с моими давнишними экспериментами, и, воздержавшись от публикации моих результатов и примененных методов, я был должен наблюдать, как другие повторно делали те открытия, которые я уже сделал».

Все это показывает, к сожалению для Юза, что его имя не может быть поставлено в ряд с предшественниками изобретателя радио, так как результаты его опытов оставались неизвестными и, очевидно, ни в какой мере не способствовали открытиям более поздних исследователей; кроме того, Юз располагал всего лишь чувствительным индикатором, но он не имел ни передатчика, созданного Герцем, ни радиоприемника, созданного Поповым. На примере Юза мы видим, как сложны пути развития науки и как много смелости и настойчивости надо иметь для того, чтобы стать новатором.

Мы уже упоминали, что Герц мог бы воспользоваться более чувствительным индикатором, если бы учел работы в области изменения проводимости плохих контактов от воздействия электрических разрядов. Это явление впервые открыл и описал Мунк-аф-Розеншельдт еще в 1838 г. В последующие годы оно было повторно открыто рядом исследователей и в том числе и Юзом.

Молодой французский физик Эдуард Бранли работал над прохождением тока через плохие контакты и обнаружил изменение их проводимости под действием искровых

разрядов, исходивших от соседних физических приборов. Он занялся изучением этого вопроса и сконструировал индикатор электромагнитных волн, ставший в дальнейшем неотъемлемой частью всех радиоприемников на протяжении 15 лет. Он опубликовал результаты своих замечательных работ в 1890—1891 гг. Фактически Бранли экспериментировал с электромагнитными волнами на протяжении нескольких лет, но не пошел дальше лабораторных изысканий и не имел ни идеи, ни намерения практически использовать результаты своих открытий.

Английский физик Оливер Лодж занимался одновременно с Герцем проверкой идей Фарадея — Максвелла. Изучив работы Герца, он в 1894 г. решил их воспроизвести, причем ему пришла мысль использовать новый индикатор, открытый Бранли, для обнаружения электромагнитных волн. Лодж применил вибратор Герца и усовершенствованный им индикатор Бранли (названный им кохерером) и рядом блестящих опытов осуществил передачу и прием электромагнитных волн в пределах лаборатории и близлежащего пространства. Он применил впервые встряхивание кохерера для восстановления его чувствительности после ее потери в результате воздействия радиоволн, для чего использовал пружинный механизм от аппарата Морзе. Лодж был весьма близок к изобретению радиосвязи, но не оценил подобной возможности и не ставил себе задачи по увеличению расстояния. Его приборы никак не были приспособлены для связи, так как он не пользовался приемной антенной и располагал лишь грубым, своего изделия, индикатором-кохерером. Лодж был ближе кого-либо из своих предшественников к изобретению радио, но он не осуществил этого, дав, однако, толчок для работы многим из своих последователей, в том числе Попову и Маркони. В этом его неоспоримая заслуга.

Итак, многие ученые занимались исследованиями в области электромагнитных волн, старались понять сущность происходящих явлений, вникая в отдельные их детали, и способствовали, таким образом, лучшему их усвоению. Но все же никто из них не предвидел огромных возможностей, которые были у них буквально в руках.

Английский ученый Крукс не работал непосредственно с электромагнитными волнами, но, зная о работах Максвелла, Герца, Юза и Лоджа, понял таящиеся в них возможности. В феврале 1892 г. он писал в «Fortnightly Review»:

«Лучи света не проходят через стены или, как мы отлично знаем, через лондонский туман, но электромагнитные волны длиной в ярд или более легко проходят через такую среду, которая для них прозрачна. Здесь открывается изумительная возможность телеграфирования без проводов, почты, кабеля или других наших теперешних дорогих приборов. При реализации некоторых разумных предпосылок все это оказывается в пределах реального осуществления. В настоящее время экспериментаторы могут возбуждать электромагнитные волны любой длины и поддерживать их излучение в пространстве во всех направлениях. Можно также применять некоторые из этих волн, если не все, пропусканием их через соответствующие тела, действующие как линзы, и направлять пучок волн в любую сторону. Экспериментатор, находящийся на некотором расстоянии, может принять эти волны на подходящий прибор, и таким образом путем применения посылки сигналов по коду Морзе можно осуществить связь одного оператора с другим». И далее: «Что остается открыть? Это, во-первых, более простые и надежные способы генерирования электрических лучей заданной длины волны, от кратчайших, скажем, в несколько футов, которые свободно пройдут через строения и туман, до тех длинных волн, которые измеряются десятками, сотнями и тысячами миль; во-вторых, более чувствительные приемники, которые будут отзываться на длины волн, лежащие в известных пределах, и не будут принимать другие, и, в-третьих, способы концентрации пучка лучей в любом заданном направлении при помощи линз или рефлекторов, благодаря чему чувствительность приемников (по-видимому, наиболее трудная из проблем, подлежащих разрешению) может быть меньше, чем в том случае, если принимаются волны, просто излучаемые в пространство и в нем затухающие».

Далее: «С первого взгляда можно возражать против этого плана вследствие отсутствия секретности связи. Если корреспонденты разделены расстоянием в одну милю и передатчик посылает энергию во всех направлениях, то любое лицо, живущее на этом расстоянии, также могло бы принимать сигналы. С этим можно бороться двумя путями. Если точно известны места передатчика и приемника, то можно было бы с большей или меньшей точностью концентрировать лучи в направлении на приемник. Если же передатчик и приемник перемещаются и направленная связь не может быть применена, то корреспонденты настраивают

свои приборы на определенную длину волны, например в 50 ярдов; здесь предполагается, что дальнейшие изобретения приведут к приборам, которые можно будет настраивать поворотом винта или изменением длины проволоки с тем, чтобы осуществлять прием волн заданной длины. Так, если настройка соответствует 50 ярдам, то передатчик может излучать и приемник принимать волны от 45 до 55 ярдов, исключая все другие. Имея в виду, что в нашем распоряжении для выбора будет весь диапазон волн от нескольких футов до нескольких тысяч миль, надо полагать, что секретность была бы обеспечена, так как даже при самой неисправимой любопытности пришлось бы отказаться от работы по просмотру нескольких миллионов возможных длин волны со слабым шансом, наконец, натолкнуться на ту именно волну, которую желательно подслушать. Применяя коды для зашифровки сигналов, можно даже эти усилия сделать тщетными. Это не простой сон мечтательного философа. Все необходимое для осуществления этой задачи для повседневного применения находится в пределах возможности открытий и столь явно лежит на пути исследований, которые энергично производятся во всех столицах Европы, что мы можем ожидать услышать ежедневно, что это вышло за пределы предположений в область трезвых фактов. Уже сейчас телеграфирование без проводов возможно в пределах немногих сотен ярдов, и несколько лет назад я присутствовал на опытах, при которых сигналы передавались из одной части здания в другую без всяких проводов, примерно таким же способом, который здесь описан».

Как уже сказано выше, в последних строках своей статьи Крукс туманно говорит об опытах Юза. Надо отдать справедливость Круксу, что он с исключительной проницательностью предсказал события, которые произошли в весьма близком будущем. В это время опыты уже велись во многих странах, и почва для осуществления радиосвязи была настолько подготовлена, что оставалось сделать только один шаг для практического применения уже известных порознь изученных физических явлений.

Этот шаг и был сделан русским физиком Александром Степановичем Поповым в 1895 г.

Краткие биографические сведения об Александре Степановиче Попове

Александр Степанович Попов родился 4(16) марта 1859 г., 100 лет назад, в семье священника поселка Турьинские рудники, Пермской губернии, на Урале (ныне гор. Краснотурьинск).

Уже в раннем детстве будущий изобретатель радио проявлял глубокий интерес к машинам и оборудованию расположенного поблизости Богословского медеплавильного завода.

Свое образование А. С. Попов начал в Долматовской духовной школе, расположенной в 400 *км* от Турьинского рудника. Через два года он переехал в г. Екатеринбург (Свердловск), где жила его старшая сестра Мария Степановна Левицкая, и поступил в Екатеринбургское духовное училище.

С 1873 по 1877 г. он учился в Пермской духовной семинарии. Здесь будущий ученый и изобретатель уделял все свободное время самообразованию в области физики и математики, выделяясь среди сверстников своими способностями и знаниями. Родители Попова, уделявшие много времени делу народного образования, пошли навстречу желаниям сына заниматься физикой, математикой и прикладными науками и согласились на его поступление в университет.

20 июля 1877 г. А. С. Попов выехал в Петербург, где после упорной работы сдал вступительные экзамены и осенью был принят на физико-математический факультет университета по математическому отделению.

Первое время А. С. Попов жил вместе со своим братом Рафаилом и помогал ему в технической работе по изданию журнала «Мирское Слово». Однако эта работа отвлекала его от университетских занятий, и через два года он уехал от брата и начал самостоятельную жизнь, перебиваясь уроками, работая иногда электромонтером и одновременно помогая своим сестрам.

Среди профессуры университета в годы, когда там учился А. С. Попов, выделялись такие крупные физики, как профессора Ф. Ф. Петрушевский, И. И. Боргман и Н. Г. Егоров.

Несмотря на крайнюю материальную нужду и необходимость тратить много времени на добывание средств к существованию, А. С. Попов вскоре обратил на себя внимание профессуры. Будучи студентом IV курса, он испол-

нял обязанности ассистента профессора, что было редким случаем в истории университета. На Электротехнической выставке в Петербурге в 1881 г. он был объяснителем. Совместно с несколькими своими товарищами он участвовал в работе научных кружков, на которых студенты пополняли свои знания по математической физике и электромагнетизму. Одновременно с научными занятиями он принимал участие в первых установках электрического освещения, будучи участником товарищества «Электротехник».

В 1883 г. он окончил университет с отличными оценками и был приглашен остаться при нем для подготовки к профессорской деятельности по кафедре физики. Однако существовавшие в университете условия для самостоятельной научной работы по электротехнике вследствие недостаточности оборудования лабораторий не удовлетворяли Попова. В связи с этим Александр Степанович принял предложенную ему в 1883 г. Морским ведомством должность преподавателя в Минной школе и в Минном офицерском классе в Кронштадте, где имелся, пожалуй, лучший тогда в России физический кабинет.

В том же 1883 г. в журнале «Электричество» появилась первая работа А. С. Попова, озаглавленная: «Условия наивыгоднейшего действия динамо-электрической машины». В это время ему было 24 года.

Вначале А. С. Попов работал ассистентом у А. С. Степанова по гальванизму, но уже с 1884 г. начал самостоятельно читать курс физики и электротехники, совмещая преподавательскую деятельность с серьезной научно-исследовательской работой. В 1887 г. он участвовал вместе с А. И. Садовским в Красноярской экспедиции по изучению солнечного затмения. В Минной школе и в Минном офицерском классе Попов проработал около 18 лет. Несколько лет, начиная с 1890 г., он преподавал также в Морском техническом училище. Внедрение электротехники во флот, проходившее с большими трудностями из-за новизны дела, требовало углубленной разработки многих вопросов. В первые же годы работы в Минном классе Попову пришлось столкнуться, например, с вопросами изоляции электропроводки. Изучая работу аккумулятора, он разработал оригинальный способ определения остаточного заряда по удельному весу жидкости, нашедший себе широкое применение во флоте.

При Минном офицерском классе имелась библиотека, которая выписывала все наиболее крупные иностранные

журналы по физике и электротехнике. Регулярно следя за иностранной литературой, А. С. Попов ознакомился в 1888 г. с достижениями Феррариса и Теслы, открывших вращающееся магнитное поле и возможность постройки электродвигателей переменного тока. Он хорошо знал также работы русского инженера М. О. Доливо-Добровольского, сконструировавшего первый надежный асинхронный электродвигатель.

А. С. Попов с интересом следил за развитием и конкуренцией систем постоянного и переменного тока и постепенным внедрением переменного тока в промышленность.

А. С. Попов был уже вполне зрелым преподавателем и научным работником, когда после четырех лет пребывания его в Кронштадте Генрих Герц в 1888 г. опубликовал результаты своих двухлетних экспериментальных исследований по проверке теории Максвелла. Достигнутые им результаты всколыхнули весь ученый мир и побудили многих исследователей воспроизводить и продолжать его работы с электромагнитными волнами.

В своих воспоминаниях, относящихся к этому периоду (1889), профессор Н. Н. Георгиевский, который с 1889 по 1894 г. был ассистентом Попова, писал: «Ни один крупный вопрос, так или иначе соприкасающийся с областями физики и, в частности, электротехники, не решался в Морском ведомстве без участия А. С. Попова».

В начале 1889 г. А. С. Попов присутствовал на заседании Русского физико-химического общества, на котором профессор С.-Петербургского университета Н. Г. Егоров воспроизводил опыты Герца. Демонстрация, требовавшая полной темноты для обнаружения ничтожной искры в резонаторе Герца, заинтересовала Попова, но показалась ему мало наглядной. К весне 1890 г. А. С. Попов подготовил более эффективные приборы, которые с большим успехом демонстрировал на своей лекции «Новейшие исследования о соотношении между световыми и электрическими явлениями», прочитанной в Кронштадтском морском собрании.

Эта лекция была первым публичным выступлением А. С. Попова с демонстрацией опытов Герца и, по свидетельству участника собрания Н. Н. Георгиевского, А. С. Попов закончил ее словами: «Человеческий организм не имеет еще такого органа чувств, который замечал бы электромагнитные волны в эфире; если бы изобрести такой прибор, который заменил бы нам электромагнитные чувства,

то его можно было бы применять к передаче сигналов на расстояние».

Эти слова А. С. Попова свидетельствовали о том, что он не только правильно оценил значение открытия электромагнитных волн, но и продолжал размышлять о практическом применении их для осуществления беспроволочной связи, идя в этом направлении дальше, а не подчинившись слепо, как очень многие физики того времени, распространенному в то время мнению, будто практическое применение электромагнитных волн не имеет каких-либо реальных перспектив.

Слова А. С. Попова, видимо, повлияли и на появление аналогичного высказывания на страницах русского журнала «Электричество» в 1890 г. В № 1—5 журнала был напечатан обзор О. Д. Хвольсона «Об опытах Герца и их значении», который автор заканчивал словами: «Опыты Герца пока кабинетные; что из них разовьется дальше и не представляют ли они зародыш новых отделов электротехники — этого решить в настоящее время невозможно». Редакция журнала «Электричество» не согласилась со столь осторожным высказыванием автора и добавила: «Например, телеграфия без проводов, наподобие оптической» (Примечание редакции журнала «Электричество»). Таким образом, первое высказывание о возможностях применения электромагнитных волн на страницах русской технической печати появилось на два года раньше, чем упомянутая выше статья Крукса в английской печати.

Высказанная А. С. Поповым мысль о возможности использования электромагнитных колебаний для связи была им осуществлена семью годами позже.

В 1893 г. А. С. Попов как крупный ученый командируется на Чикагскую всемирную выставку, где изучает новейшие достижения в интересующей его области электротехники и магнетизма.

В том же году А. С. Попов вновь возвращается к вопросам, ставшим в дальнейшем основным содержанием его деятельности, и выступает в Кронштадте с докладом «Электрические явления при токах с большим числом перемен», посвященным работам Теслы.

А. С. Попов отчетливо понимал значение связи без проводов для флота. Но педагогическая работа и необходимость пополнять свой бюджет постоянно отвлекали его от работы с радиоволнами. С 1889 г. он в течение девяти лет ежегодно с ранней весны до поздней осени работал

в Нижнем-Новгороде как директор электростанции на территории Нижегородской ярмарки.

Во время отсутствия А. С. Попова его помощник Петр Николаевич Рыбкин продолжал экспериментальные работы, постоянно переписываясь с Александром Степановичем и получая от него непосредственные указания.

К 1894 г. А. С. Попов располагал достаточно надежно работавшим возбудителем электромагнитных колебаний, построенным по образцу вибратора Герца, однако приемная часть его не удовлетворяла. Зная работы Бранли и Лоджа, он решил усовершенствовать когерер и разработать приемную схему, обладающую большей чувствительностью и автоматизацией работы когерера.

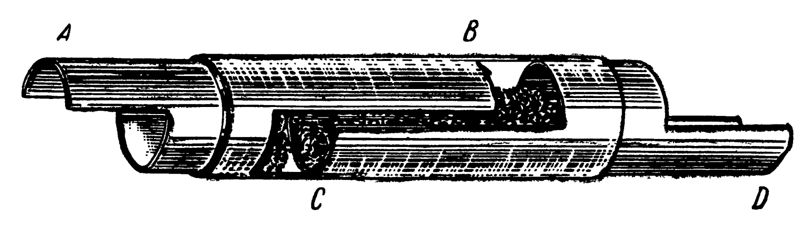


Рис. 1. Когерер А. С. Попова, применявшийся в его аппаратуре: стеклянная трубка длиной около 7 *см* и диаметром 1 *см*. К стенкам трубки приклеены две полоски тонкой листовой пластины *AB* и *CD* шириной по 8 *мм*. Внутри трубки расстояние между полосками равно 2 *мм*. Над ними на половину диаметра насыпаны железные опилки.

С этой целью он применил механизм электрического звонка для автоматического встряхивания когерера и электромагнитное реле для приведения в действие звонка. Кроме того, приемник был экранирован для защиты от непосредственного воздействия переменных полей. Усовершенствованная таким образом схема стала гораздо более чувствительной и надежной. Эспериментируя с ней в 1894 г., Попов добился сразу же приема сигналов за несколько метров. Вскоре он обнаружил, что дальность действия его приемника значительно увеличивается при присоединении провода к когереру. Так появилась приемная антенна, принципиально изменившая условия работы всей схемы.

В результате всех своих нововведений и усовершенствований А. С. Попов создал первую в мире приемную радиостанцию, значительно превосходившую по своей технической завершенности и высокой чувствительности как проволочный резонатор Герца, так и резонатор Лоджа, коге-

рер которого встряхивала пружина от аппарата Морзе случайно, и поэтому он не обеспечивал регулярного приема сигналов.

Установив в одном из опытов в саду Минной школы, что радиоприемник отзывается на сигналы и тогда, когда вибратор не работает, А. С. Попов понял, что его приемник реагирует на грозовые разряды. Так появилась вторая конструкция приемной радиостанции — грозоотметчик,

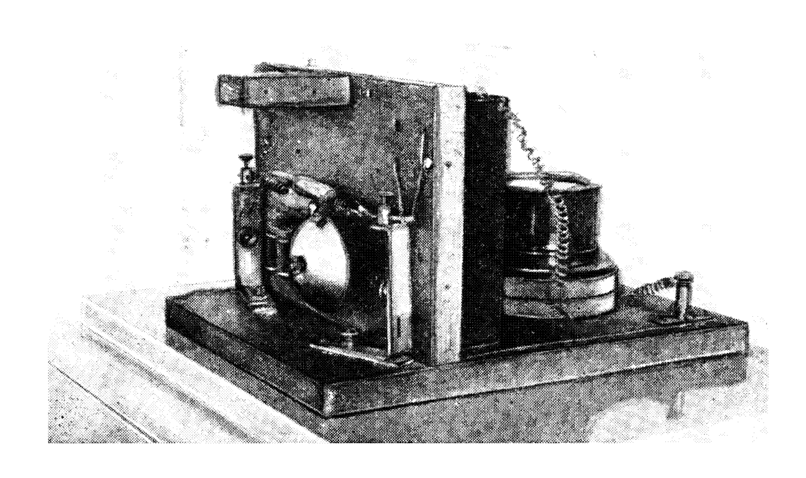


Рис. 2. Первый радиоприемник А. С. Попова (Центральный музей связи имени А. С. Попова в Ленинграде). Смонтирован на двух панелях, видимо, часто служивших и ранее для монтажа физических приборов (видны многочисленные отверстия от винтов). Позади вертикальной панели расположены три сухих гальванических элемента, за ними — круглое поляризованное телеграфное реле.

имевший пишущее перо, барабан с бумагой для записи разрядов и часовой механизм для вращения барабана.

Датой изобретения радио принято считать 25 апреля (7 мая) 1895 г., когда А. С. Попов выступил с публичным докладом и демонстрацией на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества на тему «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям».

Этот доклад сопровождался демонстрацией работы радиоприемника, причем источником колебаний служил расположенный неподалеку вибратор Герца. А. С. Попов

закончил доклад следующими словами: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его сможет быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

В дальнейшем оказалось, что имевшийся в распоряжении Попова усовершенствованный им вибратор Герца был достаточно мощным источником электромагнитных колебаний, и он поступил совершенно правильно, обратив свое внимание на приемную часть.

Вскоре после исторического заседания Русского физико-химического общества окончились занятия в Минном классе, и Попов, передав изготовленный им вслед за приемником грозоотметчик в Лесной институт, уехал, как обычно, в Нижний Новгород. Грозоотметчик все лето работал отлично. В Нижнем-Новгороде А. С. Попов построил еще один грозоотметчик, использовав его на электростанции для предупреждения о грозе (в то время при грозе электрическая сеть выключалась и заземлялась).

В конце сентября 1895 г. Попов ввел в свой радиоприемник запись сигналов на ленту с помощью аппарата Морзе. Этим закончилось изготовление приемной радиостанции с пишущим приемом. От дальнейшего практического применения нового радиоприемника Попова отвлекли на некоторое время его работы над лучами Рентгена. В декабре 1895 г. в печати появились первые сведения об открытии Рентгена. А. С. Попов заинтересовался и вскоре сконструировал рентгеновский аппарат, который в 1896 г. был применен его женой, врачом Раисой Алексеевной, в Кронштадтском морском госпитале.

Уже в начале 1896 г. Попов демонстрирует свой радиоприемник в Кронштадтском отделении Русского технического общества, отметив желательность испытания его на более значительных расстояниях. При этом он демонстрирует прием сигналов от вибратора Герца, расположенного в другом зале.

Такую же демонстрацию А. С. Попов провел и 24 марта 1896 г. на заседании Русского физико-химического общества в физической аудитории университета.

Весной 1897 г. Попов осуществил связь между судами по радио на Кронштадтском рейде, где была достигнута дальность передачи в 640 *м*. В том же году, летом, дальность связи была доведена до 5 *км*.

В 1898 г. А. С. Попов получил премию Русского технического общества, в 1900 г. Электротехнический институт присвоил ему звание почетного инженера-электрика, а в 1901 г. А. С. Попов был избран почетным членом Русского технического общества.

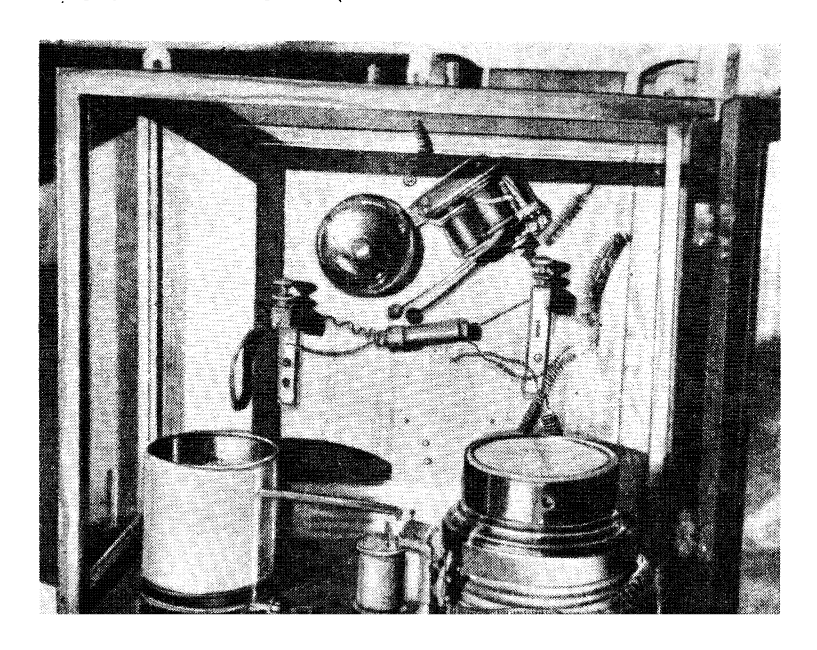


Рис. 3. Грозоотметчик А. С. Попова, переданный в Центральный музей связи имени А. С. Попова из Лесотехнической академии имени С. М. Кирова (ранее Лесной институт) в 1927 г. На верху ящика смонтированы зажимы для присоединения к проводу громоотвода и заземления. Внизу — регистрирующие приборы, отсутствовавшие в первом приемнике: второй электромагнит, к якорю которого присоединены перо пишущего устройства и барабан с бумагой (внутри барабана — часовой механизм недельного завода для вращения бумаги).

В 1898 и 1899 гг. продолжались дальнейшие экспериментальные работы А. С. Попова на Балтийском и Черном морях. В 1900 г. во время работ по снятию севшего на камни у острова Гогланд в Финском заливе броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» впервые в мире была осуществлена практическая линия радиосвязи в Балтийском море на расстоянии 47 *км* между островом Гогланд и окрестностями города Котка, в Финляндии.

Весной 1899 г. Попов был за границей и имел возможность ознакомиться с производившимися там работами. В 1901 г. в Электротехническом институте в Петербурге открылась вакансия на должность профессора физики. На эту должность был приглашен А. С. Попов. Он согласился принять кафедру, но поставил непременным условием сохранение за ним права оставаться на службе в Морском ведомстве, чтобы продолжать работу по организации беспроволочного телеграфа на судах русского флота. Попову было разрешено перейти в Электротехнический институт, и он продолжал там работать до последних дней своей жизни, совмещая педагогическую деятельность с работой в Морском техническом комитете.

В разгар революционных событий, в сентябре 1905 г. Попов был избран профессурой первым выборным директором Электротехнического института в Петербурге. После тяжелого объяснения с министром внутренних дел А. С. Попов 31 декабря (ст. ст.) 1905 г. скоропостижно скончался от кровоизлияния в мозг в возрасте 46 лет.

Оценка А. С. Поповым своей роли в деле изобретения радио

Все лица, близко соприкасавшиеся с А. С. Поповым, характеризуют его как человека неразговорчивого, скромного и даже застенчивого и непрактичного. Он любил свое дело, свою научную, педагогическую и инженерную работу и в ней находил удовлетворение. Он был далек от мысли о возможности извлечения каких-либо материальных выгод из результатов своей работы. Однако он отчетливо сознавал значение своего изобретения и неоднократно высказывался по этому вопросу устно и письменно.

Нужно внимательно вдуматься в его высказывания, чтобы понять, как он оценивал сам свою роль в деле изобретения и развития радио.

Первые сведения об опытах с приборами, привезенными молодым итальянцем Маркони в Англию, и о достигнутых им результатах попали в Россию осенью 1896 г. В связи с отсутствием каких-либо подробностей о сущности этих опытов в ежедневной прессе начали появляться различные небылицы.

Отвечая на заметку, появившуюся в кронштадтской газете «Котлин», в которой говорилось об «изобретении» Маркони, и желая внести ясность в этот вопрос, Попов

писал 8 января 1897 г. в заметке «Телеграфирование без проводов», помещенной в той же газете:

«Подобный прибор, на этом же принципе основанный, был устроен мною в 1895 г. В апреле этого года прибор был демонстрирован в заседании Физического отделения Русского физико-химического общества... Мой прибор отвечает звонком на электрические волны, и с ним можно производить все опыты, описанные в № 3 газеты «Котлин», потому что в этом приборе электрическая волна действует на телеграфное реле, а при помощи реле можно ввести

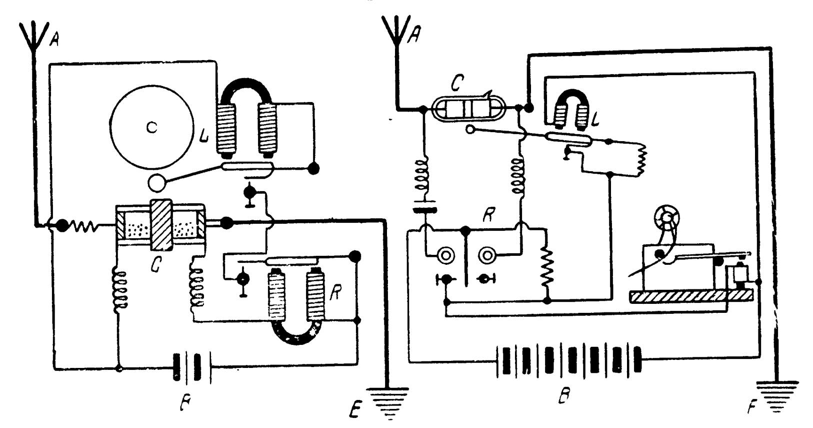


Рис. 4. Слева — принципиальная схема приемника А. С. Попова (1895 г.), справа — схема приемника Маркони. Одинаковые детали обозначены одинаковыми буквами. В схеме Маркони показано присоединение телеграфного аппарата. Рисунок заимствован из книги G. G. Blake, History of Radio Telegraphy and Telephony, London, Chapman and Hall, 1928, стр. 65.

в цепь какую угодно постороннюю энергию... В пределах одной мили сигнализация и сейчас возможна... Действие тумана на электрические волны не было наблюдаемо..., поэтому можно ожидать существенную пользу от применения этих явлений в морском деле».

Отвечая на заметки, появившиеся в «Новом Времени» и в «Петербургской газете» в июле 1897 г., в которых Попов как изобретатель обвинялся в неуместной скромности, он отмечает, что его опыты и приборы были описаны в январе и феврале 1896 г. и три раза были предметом сообщений в петербургских ученых обществах в том же году. Далее он пишет: «Осенью 1896 г. появились краткие газетные сообщения о работах Маркони, причем сущность опы-

тов была тщательно скрываема, но результат их — возможность передачи сигналов на расстояния, превосходящие километр, — были засвидетельствованы Присом... Предполагая, что этот результат был достигнут на пути, намеченном мною, я снова обратился к опытам, поощряемый многими представителями Морского ведомства, так как практическое значение электрической сигнализации и на незначительных расстояниях может быть важно в военно-морском деле». Указав, что предварительные опыты, произведенные в Кронштадтской гавани с приборами, предназначенными для лекционных целей, дали дальность связи на 200—300 сажен, Попов пишет: «В июне были опубликованы Присом новые результаты опытов Маркони и подробности приборов. При этом оказалось, что *приемник Маркони по своим составным частям одинаков с моим прибором, построенным в 1895 г.* (курсив мой — *А. Б.*) ... В заключение несколько слов по поводу «открытия» Маркони. Заслуга открытия явлений, послуживших Маркони, принадлежит Герцу и Бранли, затем идет целый ряд приложений, начатых Минчиным, Лоджем и многими после них, в том числе и мною. А Маркони первый имел смелость стать на практическую почву и достиг в своих опытах больших расстояний усовершенствованием действующих приборов и усилением энергии источников электрических колебаний».

Таким образом, Попов совершенно отчетливо говорит об идентичности приемника Маркони, впервые описанного в иностранной литературе в июне 1897 г., со своим радиоприемником, построенным в 1895 г., описание которого было опубликовано в начале 1896 г. И вместе с тем тут же он отдает должное смелости и предприимчивости Маркони.

Между тем, интерес к опытам по беспроволочному телеграфированию непрерывно возрастал, и осенью 1897 г. Попов получил разрешение от морского командования на публичное выступление по этому вопросу. Выступая 31 октября 1897 г. на общем собрании членов Электротехнического отдела Русского технического общества с сообщением «О телеграфировании без проводов» и давая оценку всем опытам по применению электромагнитных волн для связи, выполненным до него, Попов говорит: «Однако только что описанные приборы не будут обладать еще одним существенным свойством, которое необходимо для сигнализации, потому что действие электромагнитной волны приводит к тому, что цепь местной батареи замыкается, и затем ток уже не прекращается. *Для того чтобы было*

возможно телеграфировать, нужно было придумать еще одно приспособление, которое и было сделано мною в 1895 г. (курсив мой. — *А. Б.*). Бранли, Лодж и другие пользовались простым механическим сотрясением для того, чтобы нарушить связь опилок и разомкнуть цепь, но моей задачей было такое устройство, чтобы замыкание местной цепи автоматически вызывало и сотрясение опилок, причем ток замкнется только на мгновение. Достигнуто это было самыми простыми средствами». Объяснив устройство и действие своего радиоприемника, Попов пишет далее:

«Таким образом, является возможность всякую волну, достигнувшую трубки, отметить электрическим звонком. Прежде всего я воспользовался своим прибором для метеорологических целей». Далее он говорит, что его прибор был вскоре приспособлен для опытов Герца с электрическими лучами. «Все опыты с моими приборами производились на средства Морского министерства и происходили в 1895—1896 гг. Все, что было описано, содержится и в приборе Маркони, который применил вибратор системы профессора Риги... *Схема опытов Маркони изображена на чертеже* [...], *откуда видна полная тождественность составных частей с моим прибором»* (курсив мой. — *А. Б.*).

По проглашению Электротехнического института Попов выступает с сообщением «О телеграфировании без проводов» 19 октября 1897 г. Повторив рассказ о сущности действия радиотелеграфных приборов, Попов говорит:

«Имея прибор, который я описал, в руках с апреля 1895 г., было интересно отметить, на каких расстояниях возможно было этим прибором обнаружить электромагнитную волну. Лодж (в Англии в 1894 г.) пытался достигнуть больших расстояний и достигал 60 ярдов. С тем прибором, который вы видели здесь, весной 1895 г. я перебрался из комнаты в сад делать испытания, и тут первые эксперименты показали, куда нужно итти, — прибор отвечал на расстоянии 30—40 сажен... Зимой 1896 г. Прис делал сообщение в Английском электротехническом обществе, показывая приборы, те самые, как потом оказалось, которые здесь мы видели, но источник волн был поставлен в деревянном ящике. С марта этого (1897. — *А. Б.*) года я начал подготавливать приборы для опытов передачи сигналов с помощью электромагнитных волн на большие расстояния...».

«Пришлось производить опыты в гавани на подвижном маленьком судне, и первые же опыты показали возмож-

ность обнаружения волн вполне отчетливо на расстоянии до 300 сажен, а дальше могли быть обнаружены наиболее энергичные разряды, случайно выделяющиеся среди более слабых... Если же приемник снабдить очень длинным вертикальным проводником, что можно легко сделать на судне, то расстояние, на котором волны будут действовать на приемник, еще увеличится, так как, увеличивая длину приемной проволоки, мы захватываем энергию с большей части пространства. Есть и еще средства для увеличения чувствительности приемников, а именно — увеличение чувствительности реле, употребляемого в цепи с чувствительной трубкой. Воспользовавшись и этим средством, мы достигли на открытом месте с тем же вибратором расстояний, доходящих до 1,5 версты. Это были первые шаги. Устроив вибратор, способный запасать еще бо́льшую первоначальную энергию, можно было достигнуть еще бо́льших расстояний... Оказалось, что с бо́льшим вибратором можно дойти до трех верст. Сейчас же можно было увеличить расстояние, взяв более высокую мачту. При высоте ее около 8—9 сажен (на большом судне) достигнуто расстояние в 5 верст. Опыты наши производились на средства Морского министерства. Наши опыты были подготовлены к началу кампании (1897 г.), а в июне месяце появились публикации о приборе Маркони. Все, что имелось у нас, содержится и в приборе Маркони... В заключение остается сказать, что слишком легкие первые шаги в этом деле позволяют надеяться и на значительное увеличение расстояния».

Наконец, в том же 1897 г. Попов обращается с письмом в редакцию английского журнала «Electrician», в котором напоминает о своих докладах и публикациях, и в заключение говорит: «Из предшествующих заметок может быть сделан вывод, что устройство приемника Маркони является воспроизведением моего грозоотметчика».

Таким образом, сразу же после появления первых публикаций об опытах Маркони Попов неоднократно в устных докладах и письменно подтверждал полную идентичность радиоприемника Маркони со своим приемником, причем указывал, что совершенно независимо от Маркони и раньше его он получал дальность связи на Кронштадтском рейде более 600 *м* и на суше более 1,5 верст, а летом 1897 г. П. Н. Рыбкин достиг дальности связи в 5 верст с его приборами, подготовленными ранее появления каких-либо описаний приборов Маркони. Все это показывает, что Попов уже в 1897 г. отдавал себе отчет в значении своего

изобретения и, не говоря пока об этом открыто, по существу, упорно доказывал свой приоритет. По мере появления в иностранной литературе необоснованных утверждений о первенстве Маркони в изобретении радио и предъявлении соответствующих претензий Попов переходит к более определенным формулировкам.

В декабре 1897 г. коммерческие агенты только что организованного общества Маркони проникли в Россию, и Министерство финансов запрашивает мнение Морского технического комитета по поводу претензий «иностранца Маркони», защищаемых представителями его в России инженерами-технологами Каупе и Чекаловым. Морской технический комитет пересылает весь материал А. С. Попову, который в своем отзыве 8 января 1898 г. говорит следующее:

«Передача сигналов с помощью электрических импульсов, возбуждаемых при посредстве различных вибраторов и приемников с чувствительными трубками или слабыми контактами, не представляет новости для Морского ведомства, где работа в этом направлении производится с 1895 г. Все источники электрических колебаний, перечисленные в спецификации г. Маркони, по существу известны и вошли в курсы специальных учебных заведений и Морского ведомства не позднее 1893 г....».

«Комбинация чувствительной трубки, реле и электромагнитного молоточка для встряхивания трубки, а также соединение электродов трубки с одной стороны с высоко поднятым изолированным проводом, а с другой стороны — с землею, *придуманы и опубликованы преподавателем Минного класса А. Поповым в 1895 г.* (курсив мой.—*А. Б.*). Указана при этом возможность введения в действие пишущих аппаратов и сигнализации с помощью этого прибора на расстояние. Новыми могут считаться только немногие частности, но ни одна из комбинаций, перечисленных в описании Маркони, не нова».

Не ограничиваясь этим отзывом, А. С. Попов посылает письменный протест в Министерство финансов против выдачи Маркони патента в России.

В своих воспоминаниях о первых этапах развития радиотехники в Германии, в статье «На заре радио», опубликованной в журнале «Говорит СССР» (май 1935 г., № 9), профессор Б. И. Угримов пишет, что ему удалось получить от А. С. Попова в 1898 г., по просьбе германского профессора Слаби, описание его первых работ, в результате чего

германский патент на изобретение радио Маркони выдан не был. В своем письме А. С. Попов в теплых тонах выразил Б. И. Угримову свою признательность и благодарил его за защиту русского изобретения на немецкой территории.

В докладе на имя главного инспектора Минного отдела от 23 января 1899 г. А. С. Попов пишет: «Во Франции опыты телеграфирования без проводников также обратили на себя внимание, как только разнеслись известия об опытах в Англии; господин Е. Дюкрете, инженер и фабрикант научных приборов, обратил внимание на мою работу, опубликованную в 1896 г., и *восстановил мое первенство в изобретении перед французскими учеными и техническими обществами* (курсив мой.— *А. Б.*). Пользуясь моими указаниями и средствами своей прекрасной мастерской, г. Дюкрете построил вполне законченный прибор для телеграфирования без проводов... В заключение могу присовокупить, что опубликованные до сих пор сведения об опытах в иностранных государствах показывают, что все располагают почти тождественными приборами и если были случаи передачи телеграмм на расстояния, превосходящие наши, то везде это достигалось с помощью специально установленных мачт, значительно более высоких, чем наши судовые... Достигнутые же в наших условиях расстояния надо считать хорошими, и с уверенностью можно утверждать, что специально приспособленные легкие мачты... дадут расстояния, для большинства надобностей достаточные...».

В докладной записке в Морской технический комитет от 19 августа 1899 г. А. С. Попов с гордостью констатирует, что «до сих пор г. Дюкрете, исполняющий для нас, по моим указаниям, приборы телеграфирования, работал также для французского флота .. На Парижской выставке фигурируют такие приборы с надписью: «Попов—Дюкрете—Тиссо».

В 1899 г. Попов внес существенное упрощение в приемную схему, позволившее осуществлять прием радиосигналов на слух при помощи телефона, включенного в цепь когерера, что привело к значительному увеличению дальности связи. Это явилось результатом случайного открытия, сделанного П. Н. Рыбкиным и А. С. Троицким, использованного Поповым и доработанного им.

Усовершенствования, внесенные Поповым для этой цели в когерер, позволили практически осуществлять прием сигналов на телефон, что дало А. С. Попову основание испросить привилегию на телефонный приемник для депеш,

посылаемых с помощью электромагнитных волн. Насколько нам известно, это единственная патентная заявка, сделанная А. С. Поповым. Патент на привилегию № 6006 был выдан А. С. Попову 30 ноября 1901 г.

Имевшийся уже к этому времени (1899) четырехлетний опыт работ в области радиотелеграфирования позволил Попову 29 декабря 1899 г. в своем докладе на соединенном собрании Электротехнического отдела Русского технического общества и Первого всероссийского электротехнического съезда более объективно подытожить достигнутые результаты и оценить значение своей работы: «Для того чтобы на станции приема привести в действие телеграфный аппарат, употребляется особая комбинация, *впервые установленная мною в моем «приборе для обнаружения и регистрирования электрических колебаний»* (курсив мой. — *А. Б.*). Этот прибор мною был описан и демонстрирован в апреле 1895 г. в собрании физического отделения Русского физико-химического общества; печатные описания его появились в январской книжке журнала этого общества за 1896 год». Далее, дав описание своего радиоприемника, он говорит: «Я остановился на описании этого прибора потому, что все его части целиком входят в приемную станцию беспроволочного телеграфа...». И далее: «В специальных английских журналах появились статьи о первенстве в изобретении беспроволочного телеграфа, вызванные главным образом формулировкой привилегии Маркони, в которой он много общеизвестных фактов приписал себе, игнорируя работы и имена известных ученых....

Был ли мой прибор известен Маркони или нет, что, пожалуй, вероятнее, но во всяком случае, моя комбинация *реле, трубки и электромагнитного молоточка послужила основой первой привилегии Маркони* (курсив мой. — *А. Б.*), как новая комбинация уже известных приборов... Во Франции мой прибор был описан в некоторых журналах, и при появлении описания приборов Маркони указано было сходство приемной станции с моим прибором... *Вопросы о приоритете на новые изобретения в настоящее время очень трудно разрешимы* (курсив мой. — *А. Б.*), вследствие того, что многие лица занимаются одновременно одним и тем же предметом, *и могут решаться чисто формальным способом по времени печатного опубликования работ»* (курсив мой. — *А. Б.*).

Но ведь именно формальное печатное опубликование приемной схемы было сделано А. С. Поповым ранее кого

бы то ни было. Отсюда, естественно, вытекает, что А. С. Попов, следуя своему собственному определению, должен был считать себя изобретателем радио.

Действительно, во всех известных нам выступлениях и в печати, письмах или докладах А. С. Попов опровергал приоритет Маркони и утверждал свое право на первенство в разработке приемной схемы. Попову приходилось противопоставлять свои достижения работам именно Маркони потому, что никто, кроме Маркони, не претендовал на изобретение радио.

Бросающаяся в глаза идентичность приемных схем Попова и Маркони, опубликованных в разное время, дает основание Попову отводить Маркони в отношении приоритета на второе место.

Вместе с тем А. С. Попов неоднократно публично отдавал должное предприимчивости, энергии и изобретательности молодого итальянца и признавал, что в отношении практического применения радио он сделал чрезвычайно много.

Ни одно из указанных выше утверждений А. С. Попова никогда и никем не было опровергнуто, и поэтому мы, естественно, обязаны к ним присоединиться.

Оценка роли А. С. Попова в России

В дореволюционной России, обладавшей весьма слабо развитой промышленностью и транспортом, потребность в развитии средств связи не ощущалась. Даже деловые круги, привыкшие к неторопливой работе, не предъявляли никаких требований к улучшению весьма отсталых средств связи. В этой атмосфере застоя идеи Попова не могли найти энергичной поддержки.

На строительстве флота и на развитии его техники экономические и политические условия, господствовавшие в России в период деятельности Попова, сказывались особенно болезненно. Эта обстановка порождала господство бездарных руководителей, неспособных к добросовестной, вдумчивой и инициативной работе, приведших флот к цусимскому поражению в 1905 г.

На этом фоне Минная школа и Минный офицерский класс в Кронштадте выделялись как прогрессивные учреждения. Необходимо учитывать, что Минная школа и Минный офицерский класс не были ни высшим учебным заведением, ни научно-исследовательским институтом и имели своей основной задачей подготовку в короткий срок узких

специалистов совершенно определенного профиля для военно-морского флота. Очевидно, что такая школа не располагала ни необходимыми средствами, ни материальной базой для широкой постановки научных экспериментов и для постройки сложных приборов.

Кроме того, надо иметь в виду, что А. С. Попов работал в военно-морском учебном заведении и, следовательно, был ограничен в своих возможностях выступления на поприще коммерческой деятельности в отличие от Маркони. Успех его работы целиком зависел от условий, которые ему могло или хотело предоставлять морское командование, которое, конечно, прекрасно понимало необходимость и значение улучшения весьма примитивных средств связи флота, почти не изменившихся за 200 лет, в то время как деревянный парусный и гребной флот был заменен быстроходным паровым флотом.

Однако неповоротливость и консерватизм высших чинов требовали немало усилий, чтобы привлечь их внимание к новым и мало им понятным вопросам. Наконец, поняв смысл и значение работы Попова, морское командование, естественно, было связано необходимостью соблюдения секретности, хотя бы до тех пор, пока в открытой печати не появились сообщения о работах по телеграфированию без проводов в других местах.

Так, 10 сентября 1897 г. заведующий Минным офицерским классом капитан второго ранга Васильев, испрашивая разрешения на доклад А. С. Попова о телеграфировании без проводов на Съезде начальников телеграфов и электротехников в Одессе, считал нужным донести:

«При этом докладываю, что о результатах опытов телеграфирования без проводов, производившихся в кампанию с. г. в Минном отряде, в докладе на Съезде сообщено не будет».

И действительно на этом Съезде Попов только упоминает об опытах, происходивших в 1895 и 1896 гг., и о тождественности составных частей схемы Маркони со своей схемой радиоприемника.

По-видимому, это ограничение было снято вскоре после Одесского съезда, так как уже в своем сообщении от 19 октября 1897 г. в Электротехническом институте Попов упоминает о результатах летних опытов в Минном отряде в Транзунде.

В своих воспоминаниях о совместной работе с А. С. Поповым в первые годы его пребывания в Кронштадте про-

фессор Н. Н. Георгиевский пишет: «Уже скоро, несмотря на свою скромность и застенчивость, которые были так хорошо известны всем его товарищам, он стал не только в классе, но и в Морском ведомстве пользоваться большим авторитетом по всем теоретическим и практическим вопросам в области электротехники. К 1889 г., когда я его заместил в ассистировании на лекциях А. С. Степанова, ни один крупный вопрос, так или иначе соприкасающийся с областями физики и в особенности электротехники, не решался в Морском ведомстве без участия А. С. Попова. Такое быстрое завоевание авторитета в морской среде, помимо солидной подготовки и солидных теоретических знаний, объяснялось также и тем обаянием, которое производил А. С. Попов на соприкасавшихся с ним».

Характеризуя условия работы в Кронштадте, Н. Н. Георгиевский далее пишет: «Если в Петербурге экспериментаторы, работающие в лабораториях, не имеющих собственных механических мастерских, могли все-таки обращаться за помощью к хорошим механикам без затраты большого времени, то лаборатории Кронштадта сильно страдали от отдаленности от Петербурга. За всякой мелочью как по механической части, так и по стеклу приходилось ехать в Петербург; в Кронштадте не было ни точных механиков, ни опытных стеклодувов».

О том, как Попов сумел пробудить интерес к новым вопросам физики, можно судить по следующим высказываниям Н. Н. Георгиевского: «А. С. Попов весьма охотно знакомил устно широкие морские круги с результатами своих работ. Он даже считал своим долгом ежегодно, обычно к концу зимы, в феврале—марте, делиться с моряками достижениями в области физики и электротехники. Он прочитал в Минном офицерском классе ряд систематических лекций по отдельным вопросам или группе вопросов. Моряки обычно с нетерпением ожидали этих лекций, и сами лекции были для класса настоящим праздником, на который приезжали моряки даже из Петербурга».

Все это говорит о том, что среда, с которой приходилось общаться Попову, была достаточно культурна и восприимчива к новшествам, и общая обстановка застоя и бездеятельности в стране коснулась ее меньше, чем других кругов русской интеллигенции.

К 1893 г. авторитет А. С. Попова настолько возрос, что, когда представилась возможность послать представителей флота на всемирную выставку в Чикаго, морское комадноване остановило свой выбор на нем.

В своем ходатайстве перед Морским министерством главный командир Кронштадского порта адмирал Шварц 16 марта 1893 г. пишет: «По представлению заведующего Минным офицерским классом означенную командировку с наибольшей пользой для класса и Морского министерства мог бы выполнить преподаватель Минного офицерского класса и Технического училища Морского ведомства коллежский асессор Попов, специально изучающий практическое применение электричества».

Эта поездка значительно расширила кругозор А. С. Попова и вооружила его для более продуктивной работы в области электротехники.

В декабре 1894 г. капитан второго ранга Вирениус, представляя А. С. Попова к награждению орденом, дает блестящую характеристику 11-летней работы его в Минном офицерском классе. Он пишет:

«За это время А. С. Попов заслужил общее уважение и вполне заслуженную славу прекрасного профессора и серьезного ученого, чутко относящегося к развитию науки, новыми приобретениями которой он всегда охотно делился с помощью чрезвычайно интересных лекций и сообщений, читанных им неоднократно в Минном классе, в Морском собрании, в Кронштадте и в Морском музее в г. С.-Петербурге. Его советами и мнением в вопросах электротехники неоднократно уже пользовался Морской технический комитет».

Свидетельством наличия интереса к научным и техническим вопросам среди некоторых морских офицеров может служить организация в Кронштадте Русского технического общества в 1894 г., причем А. С. Попов был выбран товарищем председателя и в этой общественной должности состоял до 1898 г.

Таким образом, мы видим, что ко времени первого своего публичного выступления с результатами своих работ в области приема радиоволн А. С. Попов был уже вполне зрелым ученым и признанным авторитетом по вопросам электричества во флоте.

В дальнейшем Попов неоднократно ссылался на заключительные слова своего первого доклада и статьи, напечатанные в начале 1896 г., подчеркивая этим, что он уже тогда, весной 1895 г., отчетливо представлял себе возможность и необходимость применения своего приемника для обеспечения связи без проводов.

Среди руководителей флота имелись такие честные, талантливые и культурные люди, как, например, адмирал

С. О. Макаров, которые содействовали развитию морской науки и техники; было также немало дельных молодых офицеров, любивших флот и болезненно реагировавших на все пороки царского режима. Интерес к науке и ее достижениям поддерживался среди прогрессивных ученых и инженеров научными обществами, в состав которых входило много образованных и знающих свое дело людей.

Давая оценку отношению морского командования, деловых кругов и общественности к А. С. Попову, его изобретению и его работе, необходимо учитывать особенности политической обстановки и экономического положения России того периода. Судя по воспоминаниям современников, А. С. Попов был хорошо принят в Минной школе и Минном офицерском классе и получил возможность заниматься, наряду с педагогической работой, также и научно-исследовательской деятельностью, изучать литературу в имевшейся в классе хорошей библиотеке и следить за развитием физики и электротехники.

Попов поступил в Минную школу в 1883 г., но уже в 1886 г. начались приготовления к Красноярской экспедиции по изучению солнечного затмения, и морское командование разрешило ему принять участие в этой работе. Летом и осенью 1887 г. он отсутствовал несколько месяцев, участвуя в Красноярской экспедиции, занимаясь фотометрическим изучением солнечной короны.

Работа Попова над созданием связи без проводов вначале не привлекла внимания морского командования. Его первые доклады в Петербурге и Кронштадте тоже прошли незаметно. Существовала версия, будто в начале 1896 г. А. С. Попов впервые обратился к морскому командованию с ходатайством об отпуске денег на опыты и будто управляющий Морским министерством адмирал Тыртов признал это предложение «химерой» и в отпуске денег отказал. А. С. Попов никогда об этом не говорил и неоднократно подчеркивал, что его опыты поощрялись морским командованием.

Так, в своей заметке от 3 августа 1897 г. он прямо пишет, ссылаясь на первые сведения об опытах Приса, полученные в России:

«Я снова обратился к опытам, поощряемый многими представителями Морского ведомства».

Далее, в докладе 19 октября 1897 г. в Электротехническом институте он снова подчеркивает: «Все опыты с моими приборами производились на средства Морского министерства и происходили в 1895—1896 годах».

Это он подчеркивал неоднократно и позже.

Поэтому вряд ли можно считать вероятным рассказ о «химере». Во всяком случае достоверно, что А. С. Попов возбудил ходатайство об отпуске 300 рублей в апреле 1897 г. По-видимому, А. С. Попов до этого заручился согласием главного инспектора минного дела контр-адмирала Скрыдлова на производство опытов, так как начальник Минного класса капитан второго ранга Васильев пишет ему 21 апреля:

«Преподаватель Минного офицерского класса А. С. Попов предложил свой труд для производства предварительных опытов по телеграфированию без проводов в больших размерах, чем он проводил до сего времени в кабинетах класса. При этом г. Попов заявил мне, что производство этих опытов в принципе одобрено Вашим превосходительством».

Просимые 300 рублей были отпущены Скрыдловым 8 мая 1897 г. Для предварительных опытов Попову была предоставлена возможность работать на Кронштадтском рейде.

Результаты опытов 1897 г. в Учебно-минном отряде в Транзунде, проведенных П. Н. Рыбкиным, превзошли ожидания морского командования, и к работам Попова был впервые проявлен некоторый интерес, что выразилось в том, что были отпущены добавочные средства на опыты, а управляющий Морским министерством пожелал выслушать 22 декабря 1897 г. сообщение А. С. Попова о телеграфировании без проводов.

Первым формальным признанием заслуг А. С. Попова в России является присуждение ему премии Советом Русского технического общества в 1898 г. В формулировке соответствующего постановления говорится:

«При содействии Морского ведомства А. С. Попов к началу кампании (1897 г. — *А. Б.*) уже имел коллекцию приборов, вполне законченную для опытов сигнализации, и, таким образом, в течение лета 1897 г. совершенно независимо от Маркони (описание приборов Маркони появилось только в июне) А. С. Попов организовал в Транзунде телеграфирование без проводов...».

«Из всего изложенного видно, что предложение А. С. Попова представляет не только прибор, научно и технически разработанный, но уже и испытанный на практике... как приемник электромагнитных волн, распространявшихся к нему с расстояния 5 верст, и, следовательно, пригодный для телеграфирования без проводов».

Опыты 1898 г. в Транзунде еще более укрепили авторитет А. С. Попова, и весной 1899 г. Морское министерство соглашается на его ходатайство о командировании его за границу для заказа приборов и ознакомления с практикой постановки преподавания электричества в иностранных институтах.

Следующим этапом в признании его заслуг является решение Совета Электротехнического института от 7 декабря 1899 г. о присвоении А. С. Попову почетного звания инженера-электрика.

В протоколе говорится, что «А. С. Попов заслуживает возведения в почетное звание инженера-электрика как выдающийся русский изобретатель по телеграфированию без проводов».

Летом 1899 г. на Черном море происходили опыты по телеграфированию между судами эскадры, давшие дальность до 16 морских миль. В том же году весной и летом были проведены опыты по приему радиотелеграмм на телефон, включенный последовательно с когерером, также давшие положительные результаты. Все это оказалось весьма кстати, так как Морское министерство в конце 1899 г. в связи с аварией броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» находилось в крайне затруднительном положении вследствие отсутствия связи между островом Гогланд и материком.

Председатель Технического комитета вице-адмирал Диков внес 10 декабря 1899 г. предложение управляющему Морским министерством, в котором говорил: «Если бы встретилась надобность связать о-в Гогланд телеграфным сообщением без проводов с материком, то при средствах, имеющихся в нашем распоряжении, это дело является вполне осуществимым...».

«Устройство станции может быть сделано под руководством преподавателя Минного офицерского класса А. С. Попова и ассистента Рыбкина, из которых один будет работать на Гогланде, а другой — на Котке».

Очевидно, в это время акции телеграфирования без проводов во флоте еще не были особенно крепки, так как адмирал Тыртов наложил резолюцию:

«Попытаться можно, согласен на поручение всего этого дела лицам, указанным в докладе Технического комитета».

Но во всяком случае этим санкционировалась первая попытка практического использования радиотелеграфа на дальность порядка 47 *км*. В период подготовки к гогландским испытаниям 29 декабря 1899 г. происходил первый

Всероссийский электротехнический съезд, на котором А. С. Попов прочел доклад «Телеграфирование без проводов», иллюстрированный всесторонними опытами.

В протокольной записи об этом заседании говорится: «Н. Г. Егоров указал, как на редкое явление, на то, что А. С. Попов, который свое открытие сделал ранее открытия Маркони, между тем как бо́льшая доля известности досталась этому последнему, не потерял спокойствия духа и, сохраняя полную самоуверенность, продолжает самостоятельно, непрерывно расширять область своих исследований и опытов, которые, как видно из прочитанного доклада, уже привели его к практическому пользованию телефонами...».

«Выражая от имени присутствующих искреннюю благодарность А. С. Попову за интересный доклад, Н. Г. Егоров поздравил его с достигнутыми им результатами и пожелал ему еще более славного успеха в дальнейшей разработке одной из капитальных практических задач».

Успешное обеспечение беспроводной связи между Гогландом и Коткой на протяжении нескольких месяцев в начале 1900 г. окончательно укрепило авторитет Попова и заставило, наконец, морское командование уверовать в значение этого дела. 7 марта 1900 г. председатель Технического комитета вице-адмирал Диков пишет управляющему Морским министерством:

«С установкой сообщения по беспроволочному телеграфу между Гогландом и Коткой на расстоянии 26,5 миль можно считать опыты с этим способом сигнализации законченными, и Морской технический комитет полагает, что наступило время вводить беспроволочный телеграф на судах нашего флота, о чем и представляет на рассмотрение Вашего превосходительства».

Теперь уж заслуги Попова полностью признаются, и в этом документе дальше говорится, что следует теоретическую разработку телеграфирования без проводов продолжать и дальше с неослабной энергией и что Морской технический комитет полагает «целесообразнее всего поручить эту работу изобретателю беспроволочного телеграфа, преподавателю Минного офицерского класса коллежскому советнику Попову...».

«Морской технический комитет ходатайствует о вознаграждении Попова как изобретателя, положив за каждую телеграфную станцию, которая будет установлена на судне и на берегу, единовременную выдачу г. Попову по 300 рублей».

В этом же документе Морской технический комитет ходатайствует о награждении А. С. Попова и Рыбкина денежными наградами.

Весьма характерно, что на награждение Попова реагировал главный командир Кронштадтского порта С. О Макаров, выдающийся и весьма образованный адмирал. В письме от 26 апреля 1900 г. он пишет:

«Милостивый государь Александр Степанович, с удовольствием спешу уведомить Вас о последовавшем высочайшем соизволении на выдачу вам 33 тыс. руб. в вознаграждение за Ваши непрерывные труды по применению телеграфирования без проводов на судах флота и от души поздравляю»[1].

Осенью 1900 г. Морское ведомство командирует А. С. Попова в Германию для изучения предложений фирмы Шеффер во Франкфурте-на-Майне о поставке приборов для телеграфирования без проводов, сделанных Морскому министерству в мае 1900 г. На основании информации Попова предложение этой фирмы было отклонено.

При этом морское командование высказывает пожелание, чтобы в дальнейшем радиотелеграфные станции строились в России.

Так, 23 сентября 1903 г. вице-адмирал Верховский сообщает в Морской технический комитет: «Управляющий Морским министерством приказал принять меры к тому, чтобы аппараты и все необходимые предметы для телеграфирования без проводов могли быть изготовляемы у нас самих, в России, и не зависеть от заграничных заводов».

Однако никаких реальных мер по постановке на производство русских радиостанций и организации соответствующей промышленности командованием предпринято не было.

В связи с освобождением двух профессорских кафедр в Электротехническом институте в Петербурге директор

---

[1] Фактически эта сумма была не наградой, а возмещением А. С. Попову того заработка, которого он должен был лишиться, принимая на себя выполнение поручения Морского технического комитета. Как указывалось в докладе этого комитета управляющему Морским министерством: «...Попов получает в Морском инженерном училище 1 200 рублей в год, кроме этого, за четыре летних месяца в Нижнем-Новгороде он получает 2 500 рублей, и так как контракт, заключенный им с этим городом, истекает только через 8 лет, то он лишается 20 000 рублей. Таким образом, следовало бы выдавать г. Попову в течение 8 лет, которые он посвятит на усовершенствование беспроволочного телеграфа, по 3 700 рублей в год или единовременную сумму, соответствующую этому».

института Н. Н. Качалов возбуждает ходатайство о назначении А. С. Попова профессором физики и, давая ему характеристику, в своем докладе от 27 марта 1901 г. пишет:

«Коллежский советник А. С. Попов, занимаясь уже более 15 лет преподаванием прикладной физики в Минном офицерском классе, пользуется известностью весьма опытного и даровитого преподавателя, а также чрезвычайно

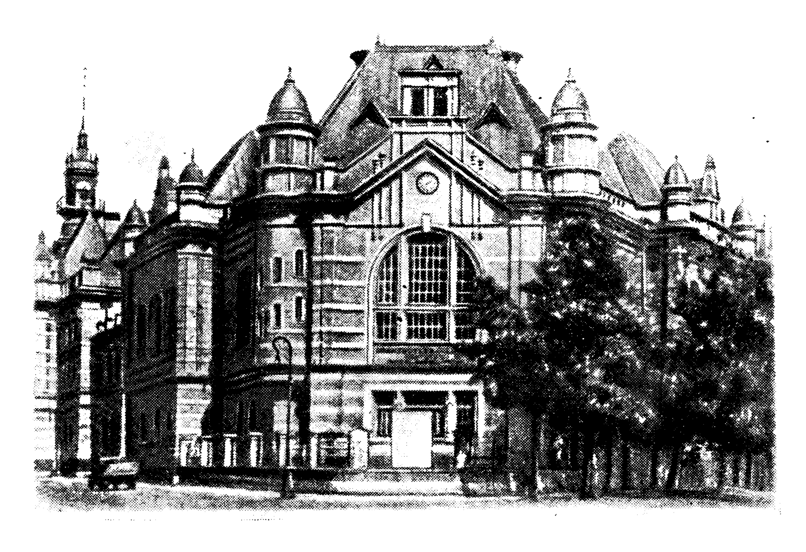


Рис. 5. Здание Ленинградского электротехнического института.

искусного экспериментатора и руководителя лабораторными занятиями учащихся. *В последнее же время он стяжал себе громкую известность в России и за границей своим изобретением способа беспроволочного телеграфирования»* (курсив мой. — *А. Б*).

Таким образом, мы видим, что весной 1901 г. приоритет Попова как изобретателя радио не только признается в России Морским ведомством и учеными обществами, но и специально отмечается в официальной переписке между гражданскими учреждениями.

Интересно отметить, что Морское министерство, несомненно, дорожило А. С. Поповым и к 1901 г. поняло, что без него крайне трудно было бы оснащать флот радиотеле-

графными приборами. Подтверждением этого может служить письмо главного инспектора минного дела контр-адмирала Остелецкого от 4 июня 1901 г. А. С. Попову, в котором он выражает опасение за неблагоприятные последствия для флота в случае перехода А. С. Попова в Электротехнический институт.

Имея приказание доложить этот вопрос управляющему Морским министерством, он пишет А. С. Попову: «Прошу Вас уведомить меня, имеете ли Вы возможность совместить столь хлопотливую и требующую много времени обязанность заведывания и установки беспроводного телеграфирования на судах флота, а также обучения личного состава с чтением лекций в Электротехническом институте. Мне кажется, что совмещение этих обязанностей вряд ли возможно, так как Ваше личное присутствие при установке аппаратуры беспроводного телеграфирования на судах крайне необходимо; кроме того, при настоящем состоянии телеграфирования без проводов нельзя считать это дело вполне законченным, почему очень желательно Ваше личное участие не только при установке, но и при действии этих аппаратов, иначе усовершенствование их не будет иметь желательного прогрессивного движения. При исходатайствовании Вам вознаграждения в 1900 г. (здесь идет речь о полученных Поповым 33 тыс. руб. — *А. Б.*) Комитет имел намерение привлечь Вас к делу телеграфирования без проводов на более продолжительное время. В настоящее время Вы проявили желание принять новые занятия в Электротехническом институте, и мне кажется, что благодаря этому разработка вопросов о телеграфировании без проводов не может вестись Вами с той энергией, как это желательно».

Интересно отметить резолюцию на этом же документе, наложенную адмиралом Тыртовым 27 июня 1901 г.: «Препятствий к переходу г. Попова на службу в Министерство внутренних дел для назначения профессором Электротехнического института не имею при условии, чтобы г. Попов продолжал в течение 6 лет руководить этим делом во флоте и лично заниматься в летние месяцы дальнейшей разработкой и обучением».

После прихода в Кронштадт итальянского крейсера (в 1902 г. — *А. Б.*) адмирал С. О. Макаров, бывший в то время главным командиром Кронштадтского порта, представил свой доклад управляющему Морским министерством. В этом докладе он пишет:

«В бытность на Кронштадтском рейде итальянского крейсера «Карло Альберто» я познакомился с г. Маркони, который считается в Европе изобретателем беспроволочного телеграфа. Изобретатель беспроволочного телеграфа есть в сущности А. С. Попов, бывший преподаватель Минного офицерского класса, ибо задолго до того, как заговорили об изобретении Маркони, он в Минном классе на заседании показывал опыты беспроволочного телеграфирования. Тот факт, что он изобретатель, признан, и ему выдана за изобретение некоторая денежная награда».

Далее, указывая на внимание, которое уделяется делу беспроволочного телеграфирования в других странах, и на слабость нашей кронштадтской мастерской, при помощи которых флот можно вооружить лишь в длительный срок, адмирал Макаров просит оказать А. С. Попову необходимую помощь организацией лаборатории и выделением необходимых средств. В это время А. С. Попов был уже профессором Электротехнического института и работал в Морском ведомстве лишь по совместительству. 2 августа 1902 г. управляющий Морским министерством адмирал Тыртов на этом ходатайстве адмирала Макарова накладывает следующую резолюцию:

«Надо иметь в виду, что профессор Попов поступил на службу в Электротехнический институт профессором, следовательно, он добровольно взял на себя обязанность профессора. Я недоумеваю, каким образом без его желания можно убедить его заниматься только усовершенствованием способа телеграфирования без проводов. Об усилении средств мастерской — передать для делопроизводства в Главное управление. Против увеличения ничего не имею и вполне сознаю важность обладать возможностью телеграфировать без проводов на судах и фортах. К сожалению, дело это прививается очень туго и даже при участии самого изобретателя ограничивается крайне незначительным расстоянием, на которое удается передавать телеграммы».

Таким образом, управляющий Морским министерством адмирал Тыртов считал, что Морское ведомство приняло все меры для помощи Попову, но что он сам добровольно от этой работы отошел. Он не мог понять, что для быстрого развития радиотелеграфной связи во флоте необходимо было создать промышленность и серьезную исследовательскую базу, и без всякого основания считал основным виновником в медленном продвижении дела самого изобретателя Попова.

В 1903—1904 гг. начинается лихорадочная подготовка к войне с Японией, и на этом фоне медленные темпы работы кустарно поставленной кронштадтской мастерской Морского ведомства с ее скудным оборудованием и малым штатом выделяются еще более рельефно.

В Кронштадте идет непрерывная подготовка кораблей и отправка в одиночку и соединениями на Дальний Восток. В это время иностранные фирмы все настойчивее предлагают свои услуги, видя беспомощность царского правительства справиться своими средствами с задачей вооружения флота беспроволочной телеграфией.

17 июня 1903 г. адмирал Макаров повторно выступает с докладом, в котором предлагает еще более решительные меры для расширения применения беспроволочной телеграфии во флоте. Он пишет начальнику Главного морского штаба адмиралу Рожественскому, что обучение новому делу поставлено плохо, и далее:

«Вместе с тем считаю долгом подтвердить мысль, высказанную мною в докладе от 13 июля 1902 г. за № 16791. Надо сознаться, что мы, инициаторы этого дела, теперь сильно в нем отстали и благодаря той скудной постановке, в которой дело находится, я не думаю, что мы когда-нибудь догоним иностранцев. Надо или широко организовать у себя разработку этого вопроса, приставить к нему наиболее талантливых людей, или приобрести от Маркони его патент».

К сожалению, и это ходатайство адмирала Макарова не возымело должного действия, так как оно попало на крайне неблагоприятную почву. Во главе Главного морского штаба в то время стоял адмирал Рожественский, человек чрезвычайно энергичный, но крайне ограниченный. Его резолюция на докладе очень характерна:

«Профессору Попову, по-видимому, ни в чем не отказывали до сих пор, и если дело не идет вперед, то нельзя ждать больших успехов, не допустив свободной конкуренции».

Таким образом, вместо того, чтобы действительно помочь Попову, адмирал Рожественский ограничивается самооправданием и считает, что в России не существует условий для быстрого развития радиотелеграфного дела. Эта резолюция является, по существу приговором развитию изобретения Попова в царской России, и с этого времени начинаются оживленные переговоры о покупке приборов за границей.

Летом и осенью 1904 г. спешно готовятся к отплытию на Дальний Восток 2 и 3-я Тихоокеанские эскадры; оснащение кораблей беспроволочным телеграфом происходит при непосредственном участии Попова, но уже окончательно решен вопрос об установке на кораблях немецких радиостанций, поставляемых фирмой «Телефункен». Для проверки подготовки аппаратуры Попова посылают в Берлин. Наблюдая за подготовкой к вооружению кораблей 2-й Тихоокеанской эскадры средствами радиосвязи, А. С. Попов в письме из Берлина от 13 (26) июня 1904 г. дает картину безответственного оснащения кораблей. Излагая свое впечатление о техническом состоянии оборудовании кораблей и о подготовленности личного состава к эксплуатации новых немецких приборов связи, он пишет:

«Приборы не были никому сданы и никто не обучен обращению с ними. Ни на одном корабле нет схемы приемных приборов. Заведывание приборами поручено артиллерийским офицерам по приказу. Но артиллерийские офицеры в данный момент завалены работой по приемкам и установке артиллерии».

Фирма «Телефункен» отнеслась недобросовестно к принятым обязательствам и поставляла отплывающей эскадре недоработанные, плохо смонтированные и ненадежные приборы.

Сохранился акт комиссии от 16 (29) сентября 1905 г., составленный в Манилле, на Филиппинах, на разоруженном после Цусимского боя крейсере «Жемчуг»:

«Работа по устройству станции на «Жемчуге» произведена в Кронштадте около середины августа 1904 г. представителями фирмы «Телефункен» при участии фирмы «Сименс-Гальске». Установка станции закончена в несколько дней и затем без всякого приемного испытания сразу перешла в руки и на ответственность неподготовленного персонала».

После поражения царского флота в Цусимском проливе, т. е. после катастрофы, в которой погибли лучшие силы царского флота, внедрение радиосвязи во флот затормозилось на несколько лет.

Летом 1905 г. лейтенант Энгельман просит у Морского министерства помощи для модернизации связи и для обучения телеграфистов. Бюрократы Морского ведомства ему отказывают в этом под предлогом, что «в настоящее время нет необходимости заботиться о подготовке кадров по беспроволочному телеграфу, так как их без того много и в свя-

зи с ожидаемым возвращением военнопленных из Японии, а также малочисленностью оставшегося флота потребность в новых кадрах становится еще меньше».

Лейтенант Энгельман, один из лучших учеников А. С. Попова, в ответ на эту замечательную резолюцию пишет из Гельсингфорса 16 июля 1905 г.:

«Я совершенно не знаю, что думать, как люди, ничего не понимающие, решаются утверждать, что флот имеет знающих телеграфистов. На второй эскадре все приборы переломаны от невежества офицеров и матросов. И вот решают, что все обстоит благополучно и ничего не надо. После всего ужаса и позора, который пережила Россия за флот, во флоте находятся люди, которые утверждают, что учиться как раз не надо».

Александр Степанович Попов скончался от кровоизлияния в мозг 31 декабря 1905 г. (ст. ст.).

После скоропостижной кончины А. С. Попова в повседневной и специальной прессе было напечатано множество некрологов и воспоминаний, в которых единодушно отмечались заслуги Попова как изобретателя радио.

Однако и после смерти Попова в России нашелся человек, который высказал сомнение в том, что именно Попов изобрел радио.

В связи с этим в 1908 г. Физическое отделение Русского физико-химического общества назначило специальную комиссию, в состав которой вошли профессора О. Д. Хвольсон и Н. Г. Егоров. Эта комиссия списалась с несколькими иностранными учеными и на своем заседании от 11 ноября 1908 г., на основании всех имеющихся материалов, постановила:

«Таким образом, по имеющимся в нашем распоряжении данным, независимо от всяких прочих обстоятельств истории данного изобретения, А. С. Попов по справедливости должен быть признан изобретателем телеграфирования без проводов при помощи электрических волн».

Еще в 1906 г. при Электротехническом институте была учреждена премия «имени изобретателя беспроволочного телеграфа А. С. Попова». Первая премия в 500 руб. была присуждена В. Ф. Миткевичу за выдающуюся научную работу о вольтовой дуге; вторая премия была выдана А. А. Петровскому; третья премия в 1915 г. была присуждена В. И. Коваленкову за работу «Устанавливающиеся процессы и распространение прерывистого тока по телеграфным проводам».

В 1915 г. отмечалось десятилетие со дня смерти А. С. Попова в Электротехническом институте с участием делегаций от учреждений, основавших премию имени А. С. Попова.

Всеми этими актами русская дореволюционная общественность свидетельствовала свое признание работ А. С. Попова как изобретателя радио.

Оценка роли А. С. Попова за границей

Установить приоритет изобретения во всем мире всегда было и будет крайне трудной задачей. Можно было бы привести множество примеров великих изобретений, сделанных в прошлом столетии и до сих пор оспариваемых одними странами перед другими. Достаточно упомянуть паровую машину, гребной винт, двигатель внутреннего сгорания, динамомашину и электродвигатель, автомобиль, самолет и др. Разве можно утверждать, что существует международное единогласие о приоритете по этим всем известным и нашедшим всеобщее признание достижениям человеческого творчества?

Трудность установления приоритета в таких важных вопросах заключается еще в том, что жизнеспособные изобретения чрезвычайно быстро развиваются и видоизменяются настолько, что позднейшие формы весьма мало похожи на свои прообразы: более поздние изобретения нагромождаются на более ранние, иногда совершенно затеняя их.

Поэтому не приходится удивляться, что и в деле установления приоритета на изобретение радио нет, да и не может быть полного единодушия между различными странами.

За границей гораздо большей известностью, чем А. С. Попов, пользуется итальянец Маркони, которому часто приписывают честь изобретения радио, допуская грубую неточность в освещении фактов. Заслуги молодого и предприимчивого итальянца совершенно бесспорны, но не в деле изобретения радио, а в практической реализации и развитии в больших масштабах с исключительной энергией и настойчивостью тех возможностей, которые эта новая область техники открывала.

Однако все объективные исследователи отмечают и специально подчеркивают полную идентичность приемной схемы Маркони с первой схемой радиоприемника Попова, и многие из них прямо говорят, что Маркони воспользовал-

ся схемой Попова. Для нас вопрос о заимствовании совершенно несущественен, так как из двух идентичных схем одна была опубликована ранее другой на полтора года.

Интересно отметить, что Маркони не скрывал своего знакомства с работами, опубликованными до начала его деятельности. Так, выступая в защиту своего приоритета в 1901 г. в США, он говорит:

«Мне известна публикация профессора Лоджа в 1894 г. в Лондоне, в Англии, озаглавленная «Творение Герца», и описание в ней различных приборов в связи с демонстрацией герцевских колебаний. Мне также знакомы доклады профессора Попова в журнале Физико-химического общества в России в 1895 или 1896 годах...»

Мы здесь не даем анализа изобретений и дальнейшей деятельности Маркони, но считаем уместным упомянуть о том, как Маркони сам освещает начало своей деятельности. В 1894 г. профессор Риги в городе Болонья в Италии воспроизводил опыты Герца, пользуясь в приемной части когерером Бранли — Лоджа. Иногда утверждают, что Маркони был прямым учеником Риги, однако в лекции, прочитанной Маркони в связи с получением премии Нобеля, в 1909 г.[1] он говорил:

«Я никогда не изучал физики и электротехники систематически, хотя, еще будучи мальчиком, я очень интересовался этими вопросами. Однако я прослушал полный курс лекций по физике у покойного профессора Роза в Ливорно, и я был, как мне кажется, достаточно хорошо знаком с публикациями того времени, относящимися к научным вопросам, включая также работы Герца, Бранли и Риги»[2].

Таким образом, Маркони был лишь вольнослушателем лекций профессора Риги, а не его учеником, как это иногда ошибочно утверждают. Несомненно, работы этого ученого оказали сильное влияние на молодого 20-летнего итальянца.

Оценка роли А. С. Попова в Советском Союзе

Выше мы отметили, что в царской России еще при жизни А. С. Попова его приоритет в области изобретения радио был твердо установлен и признан как морским командованием, так и всей научной и инженерной обществен-

---

[1] Нобелевская премия была присуждена Ф. Брауну и Г. Маркони.

[2] Цитируется по книге Джибсона (Gibson) «Беспроволочный телеграф и телефон», Лондон, 1914, стр. 62.

ностью, а также царским правительством, наградившим А. С. Попова довольно крупной суммой денег.

После смерти Попова в годы реакции была лишь одна попытка подвергнуть сомнению заслуги Попова, но и она встретила энергичный отпор со стороны крупнейших ученых, которые организовали в 1908 г., как указано выше, компетентную комиссию, вынесшую после всестороннего изучения истории вопроса специальное решение, подтверждающее приоритет Попова.

Между 1908 г. и революцией 1917 г. русская радиотехника развивалась очень медленно, и постепенно дело, начатое Поповым, попало в руки иностранных предприятий. Так, «Русское общество беспроволочных телеграфов и телефонов (РОБТиТ)» имело в числе своих акционеров и директоров самого Маркони и являлось, по существу, российским филиалом Общества Маркони. Завод «Общества Сименс и Гальске» в Петербурге был детищем германского общества «Сименс» и радиотелеграфного предприятия «Телефункен». Однако группа энергичных и образованных морских офицеров во главе с И. И. Ренгартеном, продолжавшая работу Попова в Минном офицерском классе и в учебном Минном отряде в Кронштадте, начиная с 1908 г., поставила себе задачу создать русскую радиопромышленность со скромной целью на первых порах — вооружить русский флот отечественной аппаратурой. В 1910 г. в Петербург была переведена из Кронштадта радиомастерская, организованная в 1900 г. А. С. Поповым, а на базе в 1911 г. в Петербурге на месте Пироксилинового завода в Гребном порту было создано Радиотелеграфное депо Морского ведомства, разросшееся при советской власти в большой завод. Здесь зародилась русская радиопромышленность, основы которой были заложены А. С. Поповым и его преемниками.

Сразу после Великой Октябрьской социалистической революции молодой советской республике пришлось отстаивать свое существование, базируясь на своих собственных материальных ресурсах и на возможностях национализированной промышленности. В условиях гражданской войны и блокады значение радиосвязи особенно возросло. Вся связь с внешним миром и значительный объем связи с фронтами и внутри страны могли осуществляться только по радио. Поэтому Ленин с первых же дней революции уделял большое внимание организации радиодела и развитию радиостроительства в Советской России.

Основатель и организатор Советского государства Владимир Ильич Ленин оценил огромные возможности радио как массового средства пропаганды и агитации, как незаменимого способа приобщения всего населения страны к непосредственному участию в событиях. Великая Октябрьская социалистическая революция превратила искровые передатчики в мощные орудия большевистской пропаганды: передача по радио важнейших политических документов оказала огромное влияние на развитие революционной сознательности, имела исключительное агитационное значение. Беспроволочный телеграф стал оперативным передатчиком директив, обеспечивавших завоевания революции.

Декреты первых лет Октября, подготовленные по прямым указаниям В. И. Ленина и при его ближайшем участии, предписывали организовать радиотехническое дело в стране, создать отечественную радиопромышленность, учредить первый в мире Государственный радиотехнический институт, который должен был возникнуть на базе Нижегородской радиолаборатории, поручали последней организовать производство отечественных электронных ламп, предусматривали строительство широкой сети передающих и приемных радиостанций, использующих последние достижения радиотехники того времени. Все эти декреты легли в основу ленинского плана радиофикации страны, благодаря которому Советский Союз располагает в настоящее время широко развитой сетью радиостанций, мощной радиотехнической промышленностью, многочисленными научно-исследовательскими институтами и лабораториями, широкой сетью радиотехнических факультетов. Все то, что намечал В. И. Ленин в плане радиофикации страны, было воплощено в последующие годы в масштабах, далеко превзошедших первоначальные наметки.

В связи с вниманием, которое партия и правительство уделяли радиостроительству в Советском Союзе, был поднят на должную высоту и авторитет изобретателя радио А. С. Попова.

Еще в 1922 г. профессор В. К. Лебединский вновь напомнил о роли Попова и показал, что ее начинают понимать иностранные историки. К этому начинанию присоединилось в дальнейшем еще несколько ученых и инженеров, работавших с А. С. Поповым, и началась подготовка к празднованию 30-летия со дня изобретения радио в нашей стране. Инициатива этого дела принадлежала опять-таки В. К. Лебединскому, которого поддержала Первая

всесоюзная электротехническая конференция связи, происходившая в ноябре 1924 г. 30-летие изобретения радио было широко отмечено в 1925 г. в Москве, Ленинграде, Нижнем-Новгороде и ряде других городов и ознаменовано несколькими официальными актами по увековечению памяти А. С. Попова. Его именем были названы крупнейшая аудитория в Ленинградском электротехническом институте, радиостанция в Сокольниках и Кронштадтская электроминная школа. Празднованием 30-летнего юбилея во всей стране в 1925 г. Советская Россия подчеркнула свое отношение к русскому изобретателю, дело которого весьма успешно продолжали наши ученые и инженеры быстро развивавшейся отечественной радиопромышленности.

Еще через 10 лет, в 1935 г., научно-техническая общественность нашей страны отметила 40-летие изобретения радио. В связи с этим юбилеем Песочная улица в Ленинграде, на которой находится Электротехнический институт имени Ульянова-Ленина, была переименована в улицу профессора Попова.

В Советском Союзе появилась специальная литература, посвященная памяти А. С. Попова; многочисленные журнальные статьи, воспоминания и исследования, способствовавшие созданию достаточно полной картины работы и деятельности А. С. Попова.

Особенно широко по всей стране прошло торжественное празднование изобретения радио А. С. Поповым в 1945 г. В ознаменование 50-летия со дня изобретения специальным постановлением советского правительства было учреждено ежегодное празднование дня 7 мая как «Дня радио». Были учреждены также золотая медаль имени А. С. Попова, присуждаемая советским и зарубежным ученым за выдающиеся научные работы и изобретения в области радио, и значок «Почетный радист», установлены мемориальные доски на зданиях, где жил и работал изобретатель радио А. С. Попов. С этих пор проведение ежегодного «Дня радио» и созыв широких научно-технических конференций, посвященных вопросам развития всех областей радиотехники, стали ежегодной традицией Советской страны.

Заключение

Промежуток времени, отделяющий нас от эпохи изобретения радио, столь велик не только вследствие того, что нас разделяет свыше 60 лет, но главным образом из-за того, что за эти десятилетия произошло много событий

первоочередной важности. С другой стороны, чем больше отрезок времени, прошедший со времени изобретения или открытия, тем шире историческая перспектива и тем легче объективно оценить его значение и влияние на дальнейший ход событий. Во времена А. С. Попова, работавшего над электромагнитными волнами с 1888 по 1905 г., радиотехника еще только зарождалась, и ее значение и возможности только предугадывались, тогда как ее дальнейшее развитие превзошло все ожидания.

Попов сделал дальнейший шаг по пути, которым шли многие его предшественники, но это был именно тот шаг, который разделил две эпохи в технике — эпоху до радио и эпоху последующую. Именно этот шаг перевел ход событий с лабораторных физических опытов на почву практического применения достижений науки.

Для того чтобы сделать этот шаг, надо было обладать качествами незаурядного человека, глубоким пониманием физики процессов и отдельных сторон явлений, способностью направлять искания по верному пути, смелостью в направлении работы и глубокой верой, основанной на реальных знаниях, в правильность выбранного направления.

Александр Степанович Попов жил на заре развития электротехники и современной физики и принадлежал к плеяде русских ученых, искренне веривших в науку и ее возможности, всем своим бытием стремившихся ко всему новому и прогрессивному в науке и готовых в борьбе за свои идеи жертвовать всем своим временем, всеми своими интересами и силами. Эти черты лучших русских ученых дореволюционной России являлись отражением характера русского народа, выстрадавшего на протяжении веков свое право на лучшую жизнь и добившегося ее.

*
* *

Свыше шести десятилетий со дня изобретения радио А. С. Поповым можно разбить на три этапа: 30-летний период, в течение которого в основном кустарными, не производственными методами и притом весьма извилистыми путями шло развитие радиотелеграфирования. Это был р а д и о т е л е г р а ф н ы й п е р и о д, в течение которого были разработаны научные основы радиотехники, способствовавшие ее развитию в последующие периоды.

Второй период — 20-летний — с 1925 по 1945 гг. — можно назвать радиотехническим. За эти десятилетия радиотелеграфирование продолжало развиваться, но получило широкое применение радиотелефонирование и очень сильно развилось радиовещание, были освоены передача неподвижных изображений на расстояние, а затем и телевидение, нашла себе широкое применение радионавигация, была создана и достигла довольно широкого развития радиолокационная техника.

Переход от радиотелеграфирования к другим областям применения электромагнитных волн произошел главным образом благодаря достижениям электровакуумной техники и открывшимся в связи с этим возможностям освоения новых диапазонов радиоволн — не только коротких, но и дециметровых, сантиметровых и миллиметровых.

За эти 20 лет радиотехника превратилась в самостоятельную инженерную науку. Приобрела широкий размах радио- и электровакуумная промышленность, разработаны инженерные методы расчета радиотехнических приборов, создана радиотехническая электроника и проведены широкие научно-исследовательские, теоретические и экспериментальные работы, которые подвели солидный фундамент под все отрасли радиотехники.

Последний десятилетний период — 1945—1955 г. — уже нельзя назвать просто радиотехническим периодом. Его следует скорее назвать началом эпохи радиоэлектроники, так как в эти и последующие годы началось широчайшее внедрение радиоэлектронных методов во все отрасли науки, техники, народного хозяйства.

Советский Союз — родина радио — охвачен теперь широчайшей приемо-передающей сетью, в которой ежедневно работают десятки самых мощных радиостанций, многие тысячи узлов проволочного вещания, телевизионные центры. Над земным шаром разносится голос советского радио, несущий всему миру слова большевистской правды, все богатства советской культуры.

Осваивая новые области применения радио, советские ученые и специалисты углубляют теорию и совершенствуют практические применения радиотехники. Научные открытия и технические изобретения в нашей стране сопутствуют друг другу. Вся история, все успехи советского радио в самых разнообразных областях его применения служат блестящим подтверждением пророческих слов гениального Ленина о том, что «...только социализм освобо-

дит науку от буржуазных пут, от ее порабощения капиталу, от ее рабства перед интересами грозного капиталистического корыстолюбия».

Запустив в мировое пространство искусственные спутники Земли и космическую ракету, Советский Союз опередил другие страны. Наше социалистическое общество создало все условия для стремительного развития науки и техники. Наши ученые, инженеры, техники и рабочие благодаря большой научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственной базе сумели в кратчайший срок решить такие задачи, которые оказались не по плечу ученым других стран.

Велики достижения советского радио. Но нам не свойственно довольствоваться достигнутым. Перед отечественной радиотехникой стоят огромные задачи дальнейшего развития научных исследований и практического применения их. Заботы партии и правительства о советской науке создают все условия для решения очередных задач, для нового расцвета советской радиотехники.

ГЛАВА ВТОРАЯ

СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Огромные успехи радио за 60 с лишним лет со времени изобретения радио являются грандиозным памятником А. С. Попову. За эти десятилетия радиотехника прошла через крупные этапы своего развития.

Представление о радио только как о средстве связи, радио- и телевещания устарело. Возникло много новых областей применения радиотехники и электроники. По существу, современная радиоэлектроника является комплексом наук. Она связана с радиофизикой, радиолокацией, радионавигацией, радиоастрономией, электронной вычислительной и управляющей техникой, радиоуправлением на расстоянии, телеметрией, радиометеорологией, полупроводниковой электроникой, радиоспектроскопией и многими другими областями применения радиотехнических методов. У всех этих отраслей есть родственная связь: все они имеют дело с электромагнитными волнами и электронными процессами в их практическом применении. Радиоэлектроника расширила границы применения радио, превратив его в мощный рычаг технического прогресса.

Запуск первой космической ракеты, ставшей десятой планетой во Вселенной, символизировал величие нового этапа развития нашей социалистической Родины.

Для запуска искусственных спутников Земли и космической ракеты требовались предварительная разработка и изготовление исключительно точных устройств, управляющих полетом спутников. Основное место в этих и им подобных устройствах занимают миниатюрные электронные лампы и полупроводниковые приборы и еще меньшие сопротивления, конденсаторы. Для серийного выпуска таких радиодеталей, в свою очередь, требовалось создать новые производства и цехи, в которых поддерживается абсолютная чистота, подобная хирургическим операцион-

ным в клиниках, постоянные влажность и температура, полное отсутствие каких-либо вибраций. В тех цехах, где изотовляются кремниевые полупроводниковые приборы, не могут допускаться другие материалы и металлы; даже в воздухе таких цехов допустимы следы лишь того же кремния.

Расчеты траекторий искусственных спутников Земли и космической ракеты — спутника Солнца производились с помощью быстродействующих вычислительных машин. Учитывая данные наземных измерений, эти машины за 1—2 *ч* рассчитывали полет спутников и ракеты по большим отрезкам их траекторий, для преодоления которых даже ракете нужно было затратить несколько десятков часов. Такие же машины помогали решать разнообразные задачи из области ядерной физики, механики, аэродинамики, метеорологии. Они же решали и задачи из области гидротехники, рассчитывая движение воды в руслах рек, образование вихревых потоков в водопроводных трубах.

Электронная автоматика в промышленности

Широчайшие перспективы механизации и автоматизации процессов производства, управления и регулирования на расстоянии наметил Н. С. Хрущев в своем докладе о контрольных цифрах развития народного хозяйства СССР на XXI съезде КПСС. На современном этапе своего развития радиоэлектроника служит решению генеральной задачи — содействия значительному повышению производительности умственного и физического труда. Радиотехника и электроника широко внедряются в металлургическую, нефтяную, химическую отрасли промышленности, в машиностроение, энергетику и другие области народного хозяйства. Повышение скоростей, интенсификация процессов в металлургии, химии и других отраслях связаны со столь сложными быстропротекающими динамическими процессами, что управлять ими вручную или при помощи обычных приборов становится невозможным. Управление такими процессами автоматизируется с помощью электронной аппаратуры.

В развитии техники автоматики, переводе ее на решение более сложных задач немалую роль сыграли средства радиоэлектроники, которые во многих случаях заменили собой прежние гидравлические, пневматические и механические приборы автоматики, обладавшие ограниченными возможностями, большой инерцией, малой точностью.

Электронные математические машины

Замечательные свойства электронных математических машин практически выявились не более 10 лет назад, но уже сейчас наметились основные направления развития и применения таких машин. Первое из них — научные исследования и сложные расчеты, где работа машин значительно сокращает сроки и труд при решении научных и технических задач. Второе направление — управление с помощью электронных машин производственными процессами («управляющие машины»). В этом случае машины позволяют вести технологический процесс или управлять работой какого-либо объекта с учетом непрерывно меняющихся условий, что повышает точность ведения процесса, увеличивает выход полезного продукта и улучшает его качество. Третье направление — использование электронных вычислительных машин для экономического анализа отдельных отраслей народного хозяйства, для определения объемов сырья, топлива, металла, труда, необходимых для выполнения народнохозяйственного плана.

Однако применение электронных вычислительных машин не ограничивается областью расчетов и вычислений. Накопление разнообразных сведений (в кодированном виде), хранение их, переработка и выдача обработанных данных, равно как и многие другие виды умственного труда, будут скорее и точнее осуществляться с помощью электронных машин.

Экономия от применения электронных вычислительных машин в СССР за минувший 1958 г. составила почти 1 млрд. руб. Значительно труднее оценить эффективность применения таких машин при научных исследованиях и разработке новых образцов техники, возможность решать сложнейшие задачи, выдвигаемые наукой и техникой, с помощью электронных машин, повышать работу разнообразных производственных агрегатов, увеличивать их технические скорости.

Для работы машины необходимо предварительно формулировать поставленную задачу в виде алгебраических формул, уравнений с дифференциалами и интегралами. Решение задачи машина осуществляет в виде последовательности арифметических действий, т. е. решает самые сложные задачи с помощью четырех действий арифметики.

Работа цифровой машины подобна вычислениям на обычных конторских счетах, на которых опытный счетный работник легко выполняет и умножение и деление путем

последовательных сложений или вычитаний. В электронной машине косточки заменены электрическими импульсами. Длительность импульсов может быть короче одной миллионной доли секунды, и, следовательно, машина может сосчитать миллион единиц в одну секунду. Для счета в машинах принята не общеизвестная десятичная система, а двоичная, из двух цифр — 0 и 1 (наличие импульса или его отсутствие). При записи от руки двоичная система необычайно громоздка: миллиард изображается более чем 30 знаками — единицами и нулями. На электронной машине при длительности импульса в 0,5 *мксек* машина запишет миллиард за 30 *мксек*, т. е. в 200 000 раз быстрее, чем человек по десятичной системе.

Машина имеет блок, в котором выполняются арифметические действия, а также блок «памяти», где хранятся те числа, с которыми требуется выполнить арифметические действия. Ячейки этого блока пронумерованы, и для выборки нужного числа следует только указать номер ячейки, где оно хранится. После арифметического действия полученный результат вновь направляется в одну из ячеек блока «памяти», где и хранится до тех пор, пока не понадобится при дальнейших расчетах.

Для выполнения одного арифметического действия следует указать: номера ячеек блока «памяти», откуда нужно взять два числа, действие, которое следует выполнить с этими числами, и в какую ячейку блока «памяти» положить результат. Такое задание называется командой и вводится в машину в виде определенного кода. Решение задачи сводится, таким образом, к выполнению ряда команд. Они образуют программу вычислений и хранятся в машине также в блоке «памяти». Для решения многих задач требуются десятки, а подчас и сотни миллионов арифметических действий. Поэтому в электронных машинах применяют методы, позволяющие при сравнительно небольшом числе команд осуществлять большое количество арифметических действий.

Благодаря таким возможностям электронных машин в течение нескольких часов или дней можно решать сложные и трудоемкие задачи, которые потребовали бы десятков и сотен лет работы тысячных коллективов вычислителей. Приведем простой пример. Школьник решает систему уравнений с двумя неизвестными за 2—3 *мин*. Для того же, чтобы решить систему из 200 уравнений, понадобится в миллион раз больше времени. Иначе говоря, человеку

для решения такой системы пришлось бы 12 лет подряд сидеть за вычислениями. Машина же решит эту систему уравнений менее чем за час.

Осуществление подобных возможностей, от которых зависят темпы развития передовой науки, достигается за счет большой сложности электронных математических машин, содержащих сотни и тысячи миниатюрных долговечных электронных ламп, полупроводниковых приборов, сопротивлений и конденсаторов, электронно-лучевых трубок, экран которых способен накапливать («запоминать») поступающие на него импульсы, магнитных барабанов и лент для записи импульсов, ртутных или кварцевых линий задержки и т. д. Все эти радиодетали, составляющие сложный механизм машины, занимающий десятки и сотни квадратных метров, должны работать в строгой последовательности, выполнять надежно, практически безынерционно огромное количество арифметических действий, выбирая данные из одних блоков, передавая их в другие и воспроизводя конечный результат в удобной форме.

Совершенствование электронных машин определяется уровнем развития электроники, в частности электронных ламп и полупроводниковых приборов, степенью миниатюризации их, возможностью создания очень компактных и емких блоков «памяти» на миниатюрных ферритовых сердечниках.

Помимо так называемых цифровых машин, отличающихся большой точностью вычислений, но работающих относительно медленно, существуют машины другого типа, так называемые машины непрерывного действия (моделирующие или аналоговые машины). Такие машины обладают большим быстродействием.

В машинах непрерывного действия математические величины воспроизводятся в виде непрерывных значений каких-либо физических величин, например напряжений электрического тока. Точность подобного воспроизведения относительно невысока, что ограничивает и точность получаемого решения, однако за этот счет достигается быстрота ответа, что во многих случаях инженерного расчета важнее большой точности.

Конденсаторы постоянной емкости, сопротивления постоянные и переменные, катушки индуктивности, лампы и полупроводниковые приборы, монтажные провода — таков набор радиодеталей, позволяющих создать электрическую аналогию любого физического процесса, протекающего

в самых различных условиях. Маятник стенных часов ничем не похож на конденсатор и катушку индуктивности. Однако колебания этого маятника и колебания в контуре, образованном катушкой и конденсатором, описываются одинаковыми математическими уравнениями.

В. И. Ленин указывал, что «Единство природы обнаруживается в «поразительной аналогичности» дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений». (Сочинения, т. 14, стр. 276).

Очень сложные вычисления с помощью машин непрерывного действия могут выполняться в весьма короткие сроки. Так, например, группе вычислителей из 10 чел. нужно семь месяцев, чтобы решить 10 вариантов уравнений, описывающих различные движения самолета. Машина же решит 100 вариантов таких уравнений за семь дней. Моделирующая машина позволяет исследовать поведение и свойства еще только проектируемых объектов. Из большого числа вариантов, кажущихся пригодными, машина поможет отобрать наиболее целесообразные, исследовать возможные режимы работы таких объектов, в том числе и аварийные.

Поворотом ручек потенциометров и переключателей можно исследовать режимы полета разрабатываемого самолета и работу проектируемого прокатного стана, которые опасны для жизни летчика-испытателя, целости самолета или прокатного стана.

Результатом решения, выдаваемого машиной непрерывного действия, является электрическое напряжение на ее выходе, воспроизводимое на экране электронно-лучевой трубки в виде кривой, записываемой пучком электронов. Такие кривые фотографируются на кинопленку или фотобумагу, а затем подвергаются подробному анализу.

Математическое моделирование с помощью машин заменяет собой прежний метод так называемого физического моделирования, в котором изучаемые объекты воспроизводились в виде масштабно уменьшенных моделей. Подобный чисто экспериментальный метод имел ряд недостатков: модель испытываемого устройства нельзя было соединить с реальной аппаратурой, физическое моделирование иногда приводило к неправильным выводам. Математическая модель состоит из элементарных ячеек, выполняющих математические операции и собираемых в соответствии с исходным уравнением, характеризующим процессы, протекающие в объекте.

В лаборатории электромоделирования Московского университета вместе с Институтом океанологии АН СССР с помощью машины непрерывного действия ЭИ-12 (электроинтегратор) был проведен расчет морских течений в Азовском, Каспийском и Аральском морях, а также в Рижском заливе Балтийского моря. Таким же образом определялся дрейф льдов в Северном ледовитом океане. Практические исследования течений в Азовском море и Рижском заливе, проведенные экспедициями Института океанологии, по своим результатам почти полностью совпали с результатами, полученными на ЭМ-12.

На другой машине непрерывного действия были рассчитаны проекты перекрытий, проектируемых над стадионом имени В. И. Ленина в Лужниках и над стадионом «Динамо».

Электроинтегратор был использован и для исследований нефтяных месторождений, выбора наилучшего способа эксплуатации их. Для такого выбора требовалось представить во всей полноте и деталях, как будут протекать подземные процессы при разных системах разработки месторождений. На подобный анализ в обычных условиях потребовалось бы очень много времени и труда, причем учет всех реальных факторов зачастую оказывался просто невозможным из-за слишком большого количества привходящих обстоятельств. Поскольку же математическая формулировка законов движения нефти в подземных пластах аналогична законам, определяющим течение электрического тока по проводящим пластинам, эту работу выполнили с помощью электроинтегратора. Проводящими пластинами служили сетки, составленные из сменных электрических сопротивлений. Таким путем составлялись электромодели пластов, учитывающие изменения их мощности и физических свойств.

В моделирующую машину можно ввести до 30 тысяч различных значений, отображающих те или иные природные свойства нефтеносного пласта. В машине имеются специальные устройства, которые за десятые доли секунды способны воспроизвести работу нефтяных скважин за десятки лет. Подобные устройства позволяют исследовать одновременную работу на пласте 750 нефтяных скважин в самых различных режимах.

С помощью электроинтегратора можно определять минимальное количество скважин и рациональное их расположение при эксплуатации нефтяного месторождения,

изучать падение давления нефти в пласте по мере ее добычи, выбирать места расстановки нагнетательных скважин, поддерживающих давление. Подобная машина может также решать задачи обратного характера: по данным, полученным в процессе эксплуатации, уточнять характеристики пласта и особенности его строения.

На одном из таких электроинтеграторов анализировалось реальное нефтяное месторождение, имевшее 188 действующих скважин. Требовалось установить картину движения нефти в пласте при сокращении числа скважин до 100, не снижая при этом достигнутого уровня добычи нефти. Эта задача, обеспечившая экономию средств, была успешно решена.

Определяя наименьшее количество скважин в новых нефтяных пластах, обеспечивающее заданное поступление нефти, моделирующая машина приносит значительную экономию: проходка только одной скважины, не говоря уже о времени и потребном оборудовании, обходится почти в миллион рублей.

Управляющие машины

В докладе Н. С. Хрущева отмечено, что переход к комплексной механизации и автоматически управляемому производству с применением электронной техники должен быть основным направлением в создании электронных машин. Это потребует создания станков, линий и цехов, автоматически управляемых и действующих по заранее заданной программе.

На металлообрабатывающих заводах СССР уже есть станки, которые работают по заданной им программе. Вместо чертежа детали составляется таблица ее размеров, которая затем печатается на перфораторе, пробивающем отверстия на ленте, или в виде электрических сигналов записывается на магнитной ленте. Далее ленту закладывают в электронную машину, управляющую работой станка. Для работы нескольких станков с программным управлением достаточно размножить в нужном количестве ленты с перфорацией или записью.

Станки с программным управлением сокращают общее время обработки деталей на 40—50% за счет уменьшения времени переналадки, изготовления новых шаблонов, копиров и других ненужных теперь приспособлений. Благодаря такому сокращению времени изделия становятся дешевле.

Программное управление различным технологическим оборудованием позволит осуществлять с большой точностью автоматическую обработку деталей сложной формы, резко снижая при этом время, расходуемое на подготовку производства, автоматизируя тяжелые и трудоемкие процессы ручной обработки и доводки таких деталей. Так, например, на обработку судового гребного винта ранее расходовалось до 200—300 *ч*, тогда как передача этой работы на станок с программным управлением позволяет осуществлять ее в 5—10 раз быстрее и со значительно большей точностью.

Завод «Станкоконструкция» и Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС) получили «Гран-При» на Брюссельской выставке 1958 г. за три опытных станка с программным управлением. Выпущенные после выставки более поздние конструкции станков с программным управлением оказались еще лучше: стала более простой схема управления, повышена скорость и улучшена точность обработки деталей. В станке прежней конструкции электронная машина, управляющая его работой, насчитывала 500 миниатюрных электронных ламп. Теперь число их в 2,5 раза меньше.

Производительность выпуска продукции, изготовляемой на станках с программным управлением, резко возрастает, превращая иногда дни в часы. Большая быстрота работы одной машины в сравнении с работой станка позволяет присоединять к одной управляющей электронной машине до 50 станков одновременно.

Машины, автоматически выбирающие наивыгоднейший режим работы для управляемых производственных агрегатов, называют «самонастраивающимися». Применение таких управляющих машин сулит огромнейшие преимущества в химии, пищевой промышленности, в металлургии и машиностроении.

В научно-исследовательском институте счетного машиностроения разработана самонастраивающаяся машина, работающая на полупроводниковых приборах и предназначенная для автоматизированного управления энергетическими процессами в электродуговых печах.

При опытах на подмосковном заводе «Электросталь» подобная машина управляла режимом работы электродуговых сталеплавильных печей. Применение таких машин позволяет устранить прерывистость в выплавке стали в печах, что ускорит выпуск легированных сталей.

Для управления доменными и мартеновскими печами также могут применяться самонастраивающиеся управляющие машины, которые, получая от приборов данные о давлении, температуре, составе газов, определяют поправки и подают соответствующие команды исполнительным устройствам. В электронно-счетную машину, управляющую работой домны или мартена, закладывается программа, предусматривающая все возможные случаи отклонения реального производственного процесса от предусмотренного программой.

Управляющие машины будут применяться на заводах химической и нефтеперерабатывающей промышленности, в первую очередь в цехах, работа в которых вредна здоровью человека.

По мнению академика Г. М. Кржижановского, вполне осуществима полная автоматизация энергетических систем Советского Союза, когда на электростанциях и подстанциях появятся автоматические операторы — управляющие машины. Они будут пускать и останавливать агрегаты на тепловых и гидростанциях, сообразуясь с программой и нагрузкой, включать и выключать линии электропередачи, регулировать частоту и напряжение в сетях, распределять мощность между станциями. Как показали подсчеты, автоматизация энергосистемы общей мощностью в 30 млн. *квт* ежегодно будет приносить несколько сот миллионов рублей экономии.

Универсальной управляющей машиной является машина, работающая по так называемому «обегающему» методу. Она последовательно контролирует данные, определяющие ход того или иного производственного процесса (давление, влажность, температура, запасы сырья, полуфабрикатов на складах), непрерывно сравнивая их с программными данными; при обнаружении отклонений в величине данных, превышающих установленный программой работ допуск, подается сигнал.

Универсальность подобных машин позволяет применять их с равным успехом в различных отраслях промышленности и техники путем выработки программ, соответствующих особенностям данного производства.

Научно-исследовательский институт счетного машиностроения разработал конструкцию машины для автоматической регистрации производственных показателей. Проверка двухсот точек контролируемого производственного процесса занимает менее одной минуты. Обнаружив откло-

нение в одной точке, машина сличает его величину с заложенными в блок «памяти» минимальными и максимальными значениями.

Если это отклонение превышает допуск, машина включает звуковой сигнал, вызывая оператора.

Измеренные значения в 200 точках пишущая машинка печатает черной лентой на бланке регистрации, а выходы за пределы установленных норм — красной лентой.

Цех контактного разложения спирта на заводе синтетического каучука имени акад. С. В. Лебедева в г. Ерфемове стал цехом-автоматом. Тонким технологическим процессом, осуществляемым в этом цехе, управляет электронная машина, насчитывающая 26 электронных ламп и 600 полупроводниковых диодов.

На Московском заводе «Красный богатырь» работает машина «МАРС-200» (*м*ашина *а*втоматической *р*егулировки и *с*игнализации), имеющая 200 управляемых ею точек. Она контролирует 150 температурных режимов и работу 48 прессов, на которых изготовляется резиновая обувь. При появлении неисправности или отклонения технологического режима машина сама фиксирует дефект и указывает номер пресса. За четыре месяца работы машины брак в выпуске изделий сократился вдвое.

В цехах химического завода имени Фрунзе в Москве установлено свыше 100 электронных приборов контроля технологического режима и качества продукции. Почти такое же количество приборов будет установлено на заводе в 1959 г.

Самонастраивающаяся машина не только выбирает данные, обеспечивающие ведение оптимального производственного процесса, не только ведет его с предельной экономичностью, но еще и «тренируется» во время работы, приобретает «практический опыт», быстрее находя нужное решение, если повторяются уже раз встречавшиеся неполадки.

При комплексной автоматизации цехов электронная машина, автоматически управляя десятками станков, будет экономить средства и оборудование, которые потребовались бы при автоматизации каждого станка в отдельности. При широком использовании полупроводниковых приборов, магнитных элементов и печатного монтажа управляющая машины по своим размерам будет не больше современного телевизора.

На Московском заводе шарикоподшипников две авто-

матические линии обрабатывают шариковые и роликовые подшипники. Электронные машины управляют работой этих линий, обеспечивая нужное перемещение деталей, ритм работы контрольных и сборочных механизмов, безошибочное разделение подшипников по размерам с высокой точностью.

Дальнейшее совершенствование автоматических линий с помощью управляющих машин позволит создать полностью автоматизированную систему обработки. В такой системе машина будет сама определять, откуда получить деталь, куда ее направить для дальнейшей обработки, станет контролировать работу каждого станка, создаст запасы наиболее употребительных деталей, чтобы не нарушать производственный процесс, если понадобится, остановит тот или другой станок для замены инструмента.

Электронные вычислительные машины можно применять в крупных городах для автоматизации уличного движения. Они будут учитывать не только количество машин, троллейбусов, автобусов и пешеходов у перекрестков, но и время ожидания их у красного сигнала.

Для отдела регулирования уличного движения Москвы (ОРУД) разрабатывается вычислительная машина, которая будет устанавливать для каждого перекрестка различный режим в зависимости от времени суток. Если в пустом переулке появится пешеход или автомашина, то красный огонь светофора сменится зеленым, а после прохода пешехода снова загорится красная лампа, чтобы продолжать движение на основной магистрали, где поток машин почти не прерывается. Первая такая машина, как предполагается, будет установлена на проспекте Мира у Грохольского переулка.

Малогабаритная электронная машина может быть установлена на самолете в целях автоматизации управления им по данным, поступающим от различных приборов. Машина обеспечивает наиболее выгодный режим расхода горючего, зависящий от загрузки самолета, высоты полета, направления и силы ветра и т. д.

Человек уже сейчас не может управлять многими объектами, движущимися с огромными скоростями, так как не обладает необходимой для этого быстротой реакции. С помощью же электронных вычислительных машин возможно с земли управление различными типами самолетов, летающими без пилотов, совершая, например, рейсы по заданным маршрутам.

«Планирующие» машины

В СССР за годы пятилеток производительность физического труда благодаря широкой механизации его возросла почти на 1000%, и стала отставать механизация умственного труда. Теперь назревает большой сдвиг и в этой области, связанный с применением вычислительных машин. Электронные машины начинают применяться в планировании, в статическом и бухгалтерском учете.

При составлении народнохозяйственного плана требуется определить так называемые «полные» затраты, т. е. как прямой, так и косвенный расход материалов на какое-либо изделие. Так, например, в полные затраты только одного топлива при изготовлении телевизора должно войти не только топливо, израсходованное в литейном цехе завода телевизоров, но и топливо, израсходованное на металлургическом комбинате для выплавки металла, пошедшего на телевизор, на электростанциях, вырабатывающих ток, питающий завод телевизоров, металлургический комбинат и рудник, снабжающий этот комбинат сырьем, на железной дороге, доставляющей сырье и материалы на завод телевизоров. Помимо того, следует учесть расход ткани на отделку передней стенки телевизора, на оплетку проводов, пластмасс и пр.

Если свести все выпускаемые промышленностью СССР виды продукции и товаров только к 1 000 наименований, то для определения полных затрат на их производство нужно несколько миллиардов вычислений, которые 1 000 счетных работников выполнят в течение почти 10 лет. За этот срок работа их потеряет всякий практический смысл. Ту же работу вычислительная машина даже со средним быстродействием проделает за две-три недели.

В лаборатории управляющих машин и систем АН СССР освоены методы расчетов полных затрат на электронных машинах; были выполнены расчеты таблиц полных затрат по 15, 17 и 44 названиям основных наименований. Миллионы вычислений машина выполнила по стандартной программе и через несколько часов напечатала итоги.

С помощью подобных машин можно в относительно короткие сроки разработать несколько вариантов народнохозяйственного плана, чтобы выбрать наиболее оптимальный, обеспечивающий выпуск всех нужных продуктов и изделий в намечаемом объеме при наименьших затратах труда и материальных ценностей.

С помощью машин можно составить и таблицы межрайонных связей, обеспечивающих наиболее рациональную производственную кооперацию между совнархозами и республиками, расчеты эффективности капитальных вложений и т. д.

Применение подобных машин дает и значительную экономию на заработной плате. Один миллион вычислений на электронной машине М-2 стоит 4 руб., а выполненный вручную — 26 тыс. руб.

Исключительно велики перспективы применения вычислительных машин в статистике. Подобные машины в состоянии решать такие экономические задачи, которые с помощью менее совершенных технических средств (арифмометры и электромеханические машины) вообще не могут быть решены или будут решены за такое время, когда ответ уже не нужен.

Электронная машина может быстро рассчитать план производства для каждого из специализированных заводов, изготовляющих различные детали, необходимые для выпуска радиоаппаратуры на заводах радиотехнической промышленности, определять для каждого из таких заводов потребное количество сырья, топлива, рабочей силы, оборудования, расходов и т. д.

На Московском заводе малолитражных автомобилей установлена электронная машина, вычисляющая количество потребных материалов, затраты рабочего времени, рассчитывающая заработную плату, а также выполняющая и другие инженерно-технические и плановые расчеты. Применение подобной машины заменяет работу 15—20 операторов, работающих на современных клавишных счетных машинах.

В институте телемеханики и автоматики АН СССР разработана машина, служащая для проверки правильности проектируемых схем аппаратуры. Исследуемая схема моделируется на машине, а затем машина выверяет узел за узлом, сигнализируя, в каком из них допущена схемная ошибка.

При надлежащем программировании электронная машина может выполнять проверку юридических документов и даже оценивать истинность показаний. Огромное значение приобретут машины, осуществляющие анализ состояния сложных систем и готовящие необходимые решения по управлению ими. К таким системам можно, например, отнести целые отрасли промышленности, планирова-

ние перевозок по железнодорожной сети всей страны или линиям воздушных сообщений, работу финансовых и банковских органов.

Вычислительная машина будет получать через установленные промежутки времени сведения о продукции всех крупных заводов какой-либо отрасли промышленности, о запасах сырья, топлива, состоянии станочного парка, поступивших заказах, степени их срочности и выдавать по этим данным сведения об общем состоянии производства, о ходе выполнения плана (путем сравнения имеющихся данных с плановыми), о резервах производства. Подобная машина, разумеется, сама управлять не может, но, подготовляя все данные, которые необходимо принимать во внимание, облегчит выбор правильного решения.

Машина — переводчик и библиограф

С появлением электронных вычислительных машин стало возможным решать задачи не только математического характера. Одной из таких задач является автоматизация перевода с одного языка на другой. Основная идея решения подобной задачи заключается в кодировании слов цифрами и в программировании работы машины, позволяющем механизировать процесс перевода. Для выполнения перевода каждую букву слова обозначают, например, двузначным числом. В английском слове *and* обозначим букву *a* цифрой 16, букву *n* — 15 и букву *d* — 30. Таким образом, это слово будет иметь кодированное обозначение 161530. Числа, соответствующие этому слову, равно как и другим, машинистка пробивает на перфорируемой ленте. Лента поступает в электронную машину, в словарь которой (блок «памяти») заложены английские слова, также закодированные цифрами. Процесс перевода в этом случае сводится к сравнению введенного в машину числа (слова) со всеми словами, накопленными в блоке «памяти». Такую работу машина может, например, выполнять путем вычитания. Если при таком вычитании получается нуль, значит, слово найдено. Подобный процесс перевода для человека невозможен, но электронная машина делает одно сравнение за одну десятитысячную долю секунды, и поэтому «просмотр» словаря, например, из 1 000 слов (чего достаточно для перевода технической литературы по какой-либо специальности) занимает в машине доли секунды.

«Словарь», закладываемый в блок «памяти» машины, хранит в себе еще некоторые правила грамматики и син-

таксиса, позволяющие правильно выбрать значение слова из ряда возможных, определить окончание его.

В принципе электронная машина может выполнять переводы с любого языка с нужной степенью точности, хотя в настоящее время в этом отношении существует еще ряд временных практических ограничений вследствие относительно небольшого количества запаса слов, заложенного в блок «памяти».

Первоочередной задачей электронного перевода в настоящее время является выполнение семантически и синтаксически правильного перевода заданного текста (для вполне литературного перевода потребовалась бы машина с очень большим блоком «памяти»). В частности, такие машины должны переводить статьи из иностранных технических журналов, которые, таким образом, становятся доступными лицам, не владеющим этим языком. Даже очень грубый перевод может иметь немалое значение, поскольку он позволяет специалисту ознакомиться вкратце с литературой по теме и выявить интересующие его новые сведения. Перевод может быть затем передан переводчику для литературного редактирования.

Ограничение техники электронного перевода только нуждами научной информации упрощает решение задачи, не требуя усложнения конструкции машины, вызываемого необходимостью стилистической обработки, и уменьшая объем блока «памяти». Практичность применения подобной схемы зависит, во-первых, от границ, в пределах которых может быть выполнен перевод, и, во-вторых, от того, как такое выполнение перевода можно отразить в программе, закладываемой в машину.

Разрабатываются конструкции машин специально для переводов. В блок «памяти» таких машин будет заложен большой словарь слов на русском и иностранных языках, со многими грамматическими характеристиками слов (типы склонений для существительных, спряжений для глаголов). Такая машина, например, при переводе с английского, немецкого или французского языка на русский сможет опускать артикли, которых нет в русском языке, учитывать падежи, отсутствующие в английском языке, и даже в некоторых случаях изменять порядок слов (когда, например, в длинной немецкой фразе глагол, как обычно, стоит в самом конце фразы).

Машины-переводчики будут делать переводы с английского, немецкого, китайского, японского и других языков,

а также с любого из них на любой другой, причем языком-посредником будет служить русский. Предполагается заменить более совершенным устройством и технику ввода переводимого текста в машину. В настоящее время это выполняется с помощью пишущей машинки с латинским алфавитом, которая пробивает кодированные обозначения букв на перфорируемой ленте. Возможно применение фотообъектива с системой фотоэлементов, читающей текст книги или журнала и преобразующей этот текст в цифровой код. В дальнейшем можно надеяться на применение микрофона, перед которым громко прочитывается текст, а кодирующее устройство делит речь на отдельные звуки и преобразует их в цифровой код.

Со временем появятся автоматизированные переводческие станции. По введенному в них иностранному тексту они будут передавать по телефону переводы на русский или другой язык тысячам абонентов — отделов информации научно-исследовательских институтов, заводов, лабораторий. Абонент, печатая на пишущей машинке-телетайпе иностранный текст, требующий перевода, посылает его на переводческую станцию по телефонной линии и получает по ней перевод, который автоматически печатает та же пишущая машинка.

Подобные переводные машины будут применяться и на международных конференциях, обеспечивая вслед за оратором с опозданием на одно — два слова перевод его выступления на несколько языков.

В будущем благодаря быстродействию машин-переводчиков станет возможной беседа с человеком, знающим только свой, может быть очень редкий язык, не нуждаясь в поисках и помощи переводчика.

За счет значительного усложнения конструкции электронной машины-переводчика, увеличения емкости ее блока «памяти», срока выполнения перевода, более точной программы работ можно добиться улучшения качества получаемого перевода. Однако не следует думать, что будет создана такая машина, которая сможет также перевести сонеты Шекспира или Бернса на русский язык, как это сделал поэт С. Маршак, или сумеет переложить на английский язык стихи Пушкина, сохранив при этом стилистические особенности стихов, их эмоциональную окраску, уловив подтекст, который нередко бывает важнее основного текста.

Недавно появились сообщения о разработке машин-би-

блиографов, в блок «памяти» которых шифром занесены каталожные сведения о книгах в данной библиотеке. Заложив в такую машину карточку-программу, на которой выбит шифр литературы, интересующей читателя, библиотекарь узнает номера книг и журналов, соответствующих заказу. Если в библиотеке нет литературы по данному вопросу, то библиотекарь соединится по телефонной линии со специальными библиотеками, набрав на диске, подобном диску автоматического телефона, нужные шифры. Через несколько минут на экране телевизора перед читателем появятся заказанные им чертежи, схемы, карты или просто страницы книг и журналов, которые его интересовали. В настоящее время уже разработано несколько способов, позволяющих по обычной телефонной линии, пропускающей ограниченную полосу частот, передавать телевизионные изображения, требующие в обычных условиях значительно более широкой полосы.

Упрощенную модель машины-библиографа можно видеть в павильоне «Наука» Всесоюзной промышленной выставки. Она отвечает на несколько десятков вопросов, хранящихся в ее блоке «памяти». Для запроса нужно набрать цифру, являющуюся кодом вопроса, а ответ появляется на экране телевизора.

В лаборатории электромоделирования АН СССР разработан способ записи информации (в виде электрических сигналов) на металлизированных листках, представляющих собой разновидность печатных схем, составленных из небольших конденсаторов — накопителей сигналов. Тысячи таких листков могут быть чрезвычайно емкими блоками «памяти» долговременного хранения (десятки лет). Подобные листки заменят собой библиотеку справочного характера и необходимы для машины-библиографа, подбирающей литературу по тематическим заказам читателей, для хранения статистических данных, для блоков «памяти» машин-переводчиков.

Машину-библиограф нетрудно все время пополнять новыми сведениями из отечественных и иностранных журналов, новых книг, учебников и других источников информации.

В институте научно-технической информации АН СССР ведутся работы по механизации информации. Поставлена задача построить такую информационную машину, которая в течение нескольких минут сможет собрать справки по заданной теме из десятков тысяч информационных карточек.

Магические электронные кристаллы

В современной радиоэлектронике широко используются полупроводниковые приборы. В докладе Н. С. Хрущева о контрольных цифрах народного хозяйства на XXI съезде КПСС указано, что усилия советских физиков в числе других задач в предстоящем семилетии сосредоточатся на разработке теории и практики полупроводников.

Физика полупроводников—молодая, но быстро развивающаяся отрасль науки, разработка теории которой, приведшей к ряду замечательных результатов, в значительной мере осуществлена трудами советских физиков. Полупроводники занимают промежуточное положение между металлами—проводниками тока и изоляторами, почти не проводящими его, но они в настоящее время более важны, чем проводники и изоляторы. Таких «промежуточных» материалов в природе много — кремний, германий, селен, теллур, многочисленные химические соединения — окислы, сульфиды и т. д. Основное отличие полупроводников это — возможность легко управлять их электрическими свойствами. Свойства полупроводников сильно зависят от различных внешних условий и влияний, в том числе от температуры среды, освещенности, действия электрических и магнитных полей, причем эти свойства можно варьировать, регулируя химический состав полупроводников.

Полупроводниковые приборы просты, надежны, достаточно чувствительны и позволяют контролировать с их помощью различные процессы и режимы. Так, например, полупроводниковые термосопротивления (термисторы) служат для контроля температуры, скорости потоков жидкостей и газов, мощности электрического тока. Ширится применение полупроводниковых фотосопротивлений и фотоэлементов, в частности в приборах учета и контроля изделий по их размерам и цвету.

Полупроводниковые фотобатареи, превращающие солнечный свет в электрический ток, работают на третьем спутнике Земли, обеспечивая длительную работу его аппаратуры, служат для питания необслуживаемых автоматических метеорадиостанций, сообщающих состояние погоды. Термоэлементы применяются в термостатах и приборах теплового контроля, пригодны для создания холодильников, питают радиоаппаратуру, преобразуя тепло в ток там, где нет обычных электростанций.

Применение полупроводников внесет коренные улучшения во многие области техники и весьма перспективно

в радиоэлектронике. Полупроводниковые триоды и диоды в ряде случаев заменяют собой электронные лампы, позволяя уменьшить размеры, конструкцию и вес аппаратуры, сократить расход электропитания. Они просты, могут работать длительное время, обладая при этом высоким к. п. д.

Неменьшую роль полупроводники сыграют и в энергетике, например в качестве выпрямителей переменного тока в силовых установках. Обладая достаточно высоким к. п. д. (порядка 10%) при превращении тепловой и световой энергии в электрическую, полупроводники могут быть полезны в организации новой области энергетики, использующей тепло и свет, кроме их прямого назначения, еще и в качестве источника электроэнергии. Солнечные батареи на крышах домов будут обеспечивать электроэнергией бытовые нужды жителей, а солнечные электростанции на полупроводниках, выстроенные в пустынях жаркого пояса, станут немаловажными источниками электроснабжения.

Помимо того, полупроводниковые диоды широко применяются в быстродействующих бесконтактных переключателях, играют роль конденсаторов с электрически управляемой емкостью их. Существуют конденсаторы из полупроводников (сегнетоэлектриков), емкость которых меняется в зависимости от приложенного напряжения и температуры. Такие приборы служат модуляторами, элементами настройки радиоаппаратуры на расстоянии, устраняют уход частоты ее при прогревании после включения, работают в качестве диэлектрических усилителей.

По мнению специалистов-химиков, участвующих в развитии полупроводниковой электроники, в скором времени появится возможность «выращивать» в химических колбах каскады полупроводниковых усилителей вместе с деталями в виде сопротивлений и конденсаторов. Возможно, что и радиоприемники в целом будут изготовляться только химическим путем. Полупроводникам, несомненно, принадлежит огромное будущее. Применение их позволит создать новые области радиоэлектроники, радикально изменит области применения радиоаппаратуры. Наш семилетний план намечает расширить исследования полупроводников и редких элементов. Правда, для получения полупроводниковых элементов требуется очень большая работа. Германий улавливают на медеплавильных и цинковых заводах вместе с цинковой пылью, извлекают из шлаков. В таком промыш-

ленном германии имеется еще очень много примесей. После дополнительной переработки его получается германий, чистота которого составляет 98—99%. Однако для изготовления полупроводникового прибора и этой степени чистоты недостаточно: требуется материал, чистота которого измеряется четырьмя, а то и пятью девятками после запятой (99,99999%). Иначе говоря, на 100 миллионов атомов германия, идущего на изготовление полупроводниковых приборов, допустим всего лишь один атом примесей. При этом содержание отдельных элементов в германии ограничивается еще более строго. Так, примесь мышьяка не может быть более одной десятимиллионной доли процента! Для такой проверки недостаточен не только химический, но и спектральный анализ: приходится прибегать к анализу с помощью радиоактивных изотопов. Для получения 1 *т* германия нужно переработать 100 тыс. *т*, а иногда и 500 тыс. *т* руды.

Кремний добывается несколько легче, ибо он встречается в кварце, горном хрустале, но в дело может идти только химически чистый кремний без всяких примесей, сплавленный при температуре 1 700° С.

Созданы крайне миниатюрные усилительные приборы (криотроны), работающие в температуре, близкой к абсолютному нулю, — в жидком гелии. На таких сверхпроводниках можно создать принципиально новые усилители. Высказана идея о создании при помощи таких усилителей идеальных линий связи, без потерь.

По современным взглядам сверхпроводимость электрического тока может быть присуща не только сильно замороженным материалам. Физики ищут сплавы, которые окажутся сверхпроводниками при сравнительно высоких температурах. Найти такие сплавы, это значит подготовить еще один очередной переворот в электро- и радиотехнике.

Промышленное телевидение

Высококачественное телевидение, быстро вошедшее в повседневный быт советских людей (к концу 1958 г. в СССР работало 60 телевизионных центров), находит все более широкое применение и в различных отраслях промышленности, в науке, обеспечивая наблюдение за недоступными или опасными физическими и химическими процессами.

На металлургических заводах передающие телевизионные камеры позволяют контролировать разлив металла, подачу слитков в нагревательные печи, на прокатные ста-

ны, следить за качеством и ходом прокатки. Такие телевизионные камеры будут установлены в малодоступных пунктах непрерывного листового стана холодной прокатки, изготовляемого Краматорским заводом для Магнитогорского металлургического комбината. На одном из заводов в Канаде линия, на которой ведется оцинковка стальных полос, имеет три передающие телевизионные камеры. Одна из них служит для наблюдения за раскаткой стальной полосы, поступающей на обработку, вторая — для контроля укладки уже нарезанных оцинкованных листов в пачки, а третья — для наблюдения за ходом процесса оциновки стальных полос.

На Коломенском заводе тяжелого машиностроения испытывалась телевизионная установка для управления большими карусельными станками. На экране телевизора станочник видит процесс обработки детали диаметром до 10 *м*, работу режущего инструмента, результаты изменения режимов резания и устанавливает резцы в правильное положение.

На 7-й Ленинградской электростанции телевизионная установка применяется для облегчения труда машинистов котельного цеха. Телевизор установлен рядом со щитом управления одного из котлоагрегатов, а провода к нему спускаются от передающей камеры, установленной высоко у колонки водомера. Время от времени, включая телевизор, машинист, не отходя от щита, следит по экрану за уровнем воды в котле.

На 2-й Ленинградской ГЭС налажена более крупная телевизионная установка, позволяющая дежурному инженеру у пульта управления наблюдать за работой оборудования котельного цеха.

Телевизионную камеру можно установить у ковша шагающего экскаватора со стрелой в 25—40 *м* и более, чтобы следить за ходом разработки участка (например, открытого угольного разреза) и степенью наполнения ковша.

В Германской Демократической Республике промышленные телевизионные установки работают в открытых карьерах по добыче бурого угля. Телевизионное изображение имеет четкость в 312 строк. На экран телевизора у диспетчера телевизионная установка может передавать изображение механизмов, работающих на площади почти в квадратный километр.

Стол с телевизором — рабочее место оператора нефтепромысла. Передающие телевизионные камеры, установ-

ленные на насосных скважинах, на которых нет людей, позволяют контролировать работу каждой из них, видеть показания приборов.

Лаборатория Ленинградского электротехнического института связи имени М. А. Бонч-Бруевича под руководством проф. П. В. Шмакова недавно испытывала на одном из нефтепромыслов Башкирии телевизионную камеру для наблюдения состояния стволов нефтяных скважин. Камера с передающей трубкой малого размера (типа «видикон») вместе с источниками освещения и оптикой монтируется в герметическом цилиндре и опускается в скважину на тросе. Сигналы управления камерой подаются по кабелю, смонтированному вместе с поддерживающим тросом. Камера позволяет видеть стенки скважин, обнаруживать оборвавшийся буровой инструмент.

В лаборатории морской электроники Института океанологии АН СССР построено несколько телевизионных установок для наблюдений в морских глубинах. Одна из них смонтирована в шарообразном кожухе для возможности кругового обзора, имеет мощный осветитель. Рассчитана такая камера на глубины до 400 *м*. В той же лаборатории построена и небольшая самоходная тележка, на которой укрепляется передающая камера с оптикой. Колеса тележки — катушечные электромагниты — как бы прилипают к металлу — стенке или дну корабля. Электромотор перемещает тележку по подводному борту или днищу большого корабля, позволяя освидетельствовать его состояние.

Телевизионная техника стала получать применение и в астрономии. Большим преимуществом телевидения в этом случае является то обстоятельство, что удается значительно повысить контрастность между общим фоном неба и наблюдаемым на нем объектом или между соседними деталями. Телевизионная техника применялась и при наблюдении за Марсом во время его недавнего противостояния. В СССР телевизионные установки успешно работают в Пулковской обсерватории.

Радиоэлектроника и телевидение на транспорте

Осенью 1958 г. на Усовской ветке Калининской железной дороги проходил испытания «автомашинист» — электронная вычислительная машина, самостоятельно ведущая поезд. Автоматический машинист электропоезда, руководствуясь заданным ему графиком движения и профилем пути, хранимым в блоке «памяти», непрерывно решает

уравнения движения поезда, выбирает из нескольких вариантов наиболее выгодный режим и подает в соответствии с ним сигналы-команды на пульт управления и в тормозную систему. От измерительных приборов автомашинист получает сведения о скорости поезда и пройденном пути. «Вспоминая» профиль пути, автомашинист учитывает предстоящие подъемы и уклоны и почти мгновенно решает уравнение, определяющее наивыгоднейшее движение поезда в данный момент. Полученные результаты автомашинист сравнивает с заданным графиком движения и вносит нужные поправки. Он же реагирует на сигналы автоблокировки, поступающие по рельсам, на внесенные дополнительно в график указания о постоянных и временных ограничениях скорости (например, при ремонте пути).

При одном из испытаний автомашинист неожиданно затормозил поезд на длинном, спокойном перегоне, а через 1,5 *мин* вновь двинулся в путь. Оказалось, что график движения, заданный автомашинисту, был составлен неверно. Машина сама обнаружила ошибку и выправила ее, задержав состав на время, необходимое для движения точно по графику.

Человек-машинист, сидя у пульта управления, контролирует работу машины, чтобы остановить поезд при появлении, например, неожиданного препятствия на путях.

Применение автомашинистов позволит лучше использовать тяговую силу локомотива, даст экономию около 7% электроэнергии, повысит среднюю скорость движения поездов, отчего пропускная способность возрастет почти на 15%. Автомашинистов предположено применить на метро.

Применение вычислительных машин на сортировочных горках позволит экономить миллионы рублей за счет уменьшения аварийных столкновений вагонов на горках, что иногда происходит при современных методах сортировки вагонов по путям, повысит скорость сортировки, снизит возможные ошибки и сократит обслуживающий персонал.

Испытания телевизионной установки проводились под Москвой на станции Люблино-сортировочная. Передающие камеры, расположенные на высоких мачтах, где установлены и прожекторы, освещающие ночью маневровые пути, позволяли диспетчеру видеть наличие вагонов на путях, их перемещение, наблюдать работу составителей поездов. Разработан проект применения телевизоров в будках машинистов локомотивов, чтобы облегчить им наблюдение за

состоянием пути на несколько сот метров вперед при движении в плохую погоду, снег или туман.

Телевизионная камера может служить и для осмотра и регистрации составов, прибывающих на сортировочную станцию. Номера вагонов состава, проходящего с замедленной скоростью мимо передающей камеры, сотрудник товарной конторы будет видеть на экране и считывать их вслух перед магнитофоном. Запись номеров на магнитофонной ленте позже может быть сверена с документами.

На Химкинском водохранилище телевизионная камера применялась для подводного осмотра гидротехнических сооружений канала имени Москвы и корпусов судов. Камера устанавливалась и на ходовой рубке новых судов озерного типа с высокими бортами, из-за которых некоторые секторы вокруг судна плохо просматриваются. Пользование такой камерой полезно при проходе в узких местах, в портах, шлюзах, уменьшит опасность столкновения с мелкими судами или лодками.

В Южном порту Москвы телевизионная камера служила для обзора территории порта, рейда, причалов, грузовых площадок, наблюдения за работой портальных кранов.

Опытная телевизионная камера на шлюзе № 7 канала имени Москвы позволяла видеть камеры шлюза и трассы канала по обе стороны пути на расстоянии около 1,5 *км*.

Радиоэлектроника и ядерная физика

В последние годы возникла новая область радиоэлектроники, обслуживающая нужды мощных ускорителей заряженных частиц. Особые условия работы и необычайно широкий диапазон изменения частоты ускоряющих напряжений, высокая точность потребовали разработки и изготовления совершенно новых радиоэлектронных устройств. Таков, например, задающий широкодиапазонный высокочастотный генератор, обеспечивающий (с точностью до 0,1%) соответствие между магнитным полем и частотой генератора. В линейном ускорителе, осуществляющем предварительное ускорение протонов, работает шесть генераторов ультракоротких волн, подобных передатчикам радиолокационных станций; они подают свою энергию в ускоритель по широким трубам-волноводам. Сложные устройства — отклоняющие катушки (весом каждая 1 *т*), магниты и электростатические пластины — отклоняют прямолинейный поток протонов на 90° и вводят его в кольцевую камеру. Здесь дважды за каждый оборот протоны

получают подталкивающее ускорение, создаваемое электрическим полем специальной радиостанции, которая по своей мощности не уступает крупнейшим радиостанциям СССР и Европы. Толчки ускоряющего поля должны строго соответствовать ускорению протонов в камере. Для такого согласования мощная радиостанция за несколько секунд должна изменять свою рабочую частоту от сотен тысяч до десятков миллионов герц, т. е. переходить при изменении настройки от длинных волн к сантиметровым! Задача исключительно высокой сложности, никогда ранее не возникавшая. Тем не менее коллектив радиотехнической лаборатории АН СССР во главе с руководителем ее акад. А. Л. Минцем, которому было поручено проектирование и осуществление всей системы радиоэлектронных устройств, обеспечивающих работу ускорителя, совместно с предприятиями радиотехнической промышленности и смежными научно-исследовательскими институтами успешно справился с заданием правительства.

Радиоэлектроника в медицине

Методы и техника радиоэлектроники проникли и в медицину. Сравнительно давно известен в ней электрокардиограф, позволяющий записывать на фотопленку электрические токи, создаваемые сердечной мышцей во время ее работы. Такую запись затем нужно еще проявить, фиксировать, высушить, и поэтому врач не может сразу же увидеть у постели больного, как работает его сердце. Врач и радиоинженер И. Т. Акулиничев сконструировал векторкардиоскоп, позволяющий видеть на экране большой электронно-лучевой трубки, подобной применяемой в современном телевизоре, отдельные кардиограммы, соответствующие участкам сердечной мышцы. С помощью векторкардиоскопа врач сразу же видит работу сердечной мышцы больного и, кроме того, получает возможность весьма точно определять те участки мышцы, в которых имеются нарушения нормальной деятельности.

Известны и энцефалографы — электронные приборы, ведущие на бумажной ленте до восьми записей кривых биотоков мозга, что имеет большую ценность при диагностике ряда заболеваний человека. Имеются также электромиографы — приборы для записи токов действия нервов и мышц (электромиография). Воспринимающими устройствами в таких приборах являются два электрода, прикладываемые к коже над нервом или мышцей. Восприни-

маемая ими разность потенциалов поступает по проводам в усилитель, после которого подается на экран электронно-лучевой трубки.

Изучение биотоков мозга с помощью электронной аппаратуры навело ученых на мысль, которая на первый взгляд кажется фантастичной: использовать биотоки, возникающие в нервах и мышцах во время их деятельности, для того, чтобы управлять машиной. Опыты показали, что биотоки в мышцах возникают еще до их сокращения, т. е. являются сигналами, посылаемыми мозгом человека. К мышце приложены электроды в виде электрических пластин, провода от которых идут к ламповому усилителю. Человек еще только подумал, что нужно согнуть кисть руки, а индикатор на выходе усилителя уже отмечает нарастание биотоков в той мышце, которая должна выполнить такое движение кисти. Биотоки мышцы, усиленные в 1 млн. раз, можно передать в усилитель токов, и далее в исполнительный прибор — машину.

Искусственная рука, управляемая биотоками мозга, создана в Центральном научно-исследовательском институте протезирования. Первая модель ее имела еще электромагнитный привод, громоздкую систему усиления и преобразования электрических сигналов. Однако и такая несовершенная модель подтвердила правильность предположения о возможности включать и выключать машину только *по желанию* человека. Вторая модель руки, работавшая от баллона со сжатым воздухом и имевшая усилители на полупроводниках, смонтированные благодаря малым размерам внутри модели, могла уже регулировать усилие по воле человека. Эта модель была показана в павильоне СССР на Брюссельской всемирной выставке в минувшем году.

Для операционных помещений в хирургических клиниках разработана конструкция бестеневого светильника, имеющего 14 рефлекторов и телевизионную камеру. Управление светильником автоматизировано. Помимо телевизионной камеры, служащей для показа производимых операций студентам, находящимся в соседних аудиториях, в светильник можно вставлять фото- и кинокамеры для съемок.

Научно-исследовательские институты медицинской промышленности разработали аппарат, автоматически отсчитывающий пульс оперируемого и подающий сигналы при изменениях его; электронож, присоединенный к генератору

колебаний высокой частоты, быстро останавливающий кровотечение небольших сосудов.

Сравнительно давно в медицине применяются ультракороткие волны для прогрева больных органов человека. В последнее время появились и приборы микроволновой терапии, разработка которых использует методы и технику относительно новой области радиотехники — радиолокации на сантиметровых волнах. Облучение волнами такой длины дает хорошие результаты при лечении прострелов, некоторых форм гипертонии, улучшает обмен веществ, облегчает боли в области сердца при инфарктах.

На основе другой области современной радиотехники— техники электрических импульсов — в медицине создана аппаратура, предназначенная для электрогимнастики и создания мышечных сокращений в таких стадиях поражения мышц, которые ранее считались неизлечимыми и допускали лишь хирургическую пересадку мышц или сухожилий. Только хорошо разработанные методы импульсной радиотехники могут обеспечить формирование электрических импульсов строго прямоугольной формы длительностью 0,0002—0,0003 *сек*, которые необходимы для лечения человека электросном.

Радиоэлектронная аппаратура и приборы открывают перед врачом новые способы распознавания, лечения и предупреждения болезней. С помощью таких приборов изучаются тончайшие структуры клетки, невидимые ранее вирусы, осуществляются столь тонкие лабораторные анализы, как, например, бескровное определение количества гемоглобина в крови человека, подсчет числа белых и красных кровяных телец при помощи фотоэлемента и т д.

Находят применение в медицине и электронные машины непрерывного действия. Такая машина может моделировать работу сердечно-сосудистой системы человека, воспроизвести на экране кардиограмму работы сердца. Исследуя больного, врач предполагает у него то или иное нарушение деятельности сердечной мышцы. В моделирующую машину вносятся изменения, соответствующие таким предположениям врача. На экране машины появляется новая кардиограмма. Если она соответствует той, которую уже дал кардиограф у постели больного, то, очевидно, диагноз врача правилен.

Можно предположить, что в недалеком будущем появятся диагностические вычислительные машины, в блок «памяти» которых будут заложены признаки, характери-

зующие болезнь человека. Машина сможет проанализировать введенные в нее симптомы болезни больного и поставить правильный диагноз. Задача врача в данном случае будет заключаться в обнаружении всех отдельных симптомов, обозначении каждого из них определенным числом, чтобы заложить все исходные данные в машину[1]. Такая машина поможет дать правильный ответ на телеграфный запрос из любого места СССР, где у постели больного не окажется врача-специалиста по редким заболеваниям, но можно собрать все признаки болезни и изложить их в телеграмме.

Радиоастрономия

В современной астрономии применяются радиолокаторы для наблюдения за потоками метеоров в дневное время, когда оптические приборы не могут работать, для радиолокации Луны, а в будущем и других планет. Наряду с радиотехникой применяется и электроника — фотоумножители, электронно-оптические преобразователи; специальная телевизионная аппаратура служит усилителем колебаний света при астрономических наблюдениях Луны и планет.

Открытие радиоволн, излучаемых небесными телами, связано с изучением помех, создаваемых при радиоприеме. Оказалось, что часть помех радиоприему не связана с процессами, происходящими на Земле и в окружающей ее атмосфере. Выясняя более точно происхождение таких «неземных» помех, исследователи установили, что помехи создают радиоволны, приходящие к нам из Вселенной, и излучаются они некоторыми небесными телами.

Для приема таких волн были созданы радиоприемники высокой чувствительности и разработаны радиотелескопы — специальные антенны, площадь которых достигает иногда сотен и тысяч квадратных метров.

---

[1] На конференции по применению радиоэлектроники в медицине (Москва, январь 1957 г.) вице-президент Академии медицинских наук проф. Парин привел интересный случай применения диагностической машины во Франции. В блок «памяти» машины были заложены признаки болезни роговой оболочки глаза, после чего во входное устройство машины ввели данные, полученные при обследовании врачом больного, жаловавшегося на глаза. Машина выдала несколько диагнозов. Один из них лечащий врач признал совпадающим со своим, а два других диагноза, по признанию того же врача, учитывали очень тонкие признаки болезни, которые врач заметил, обследуя больного, но не учел при диагнозе.

Такие антенны подобно антеннам радиолокационных станций можно перемещать, чтобы «просматривать» различные участки неба в поисках источников радиоволн.

Самым мощным источником радиоволн является Солнце. Излучает волны корона — газовая оболочка, окружающая Солнце. Радиоастрономия позволила установить, что температура внешних оболочек Солнца составляет около миллиона градусов. Интенсивность этого радиоизлучения непостоянна и зависит от появления пятен на Солнце.

Изучая излучение разных источников неба, радиоастрономы обнаружили несветящийся и поэтому невидимый в оптические телескопы межзвездный водород, который концентрируется иногда в огромные облака. Удалось установить направление и скорость движения подобных облаков. В настоящее время на карту неба нанесено положение сотен источников радиоволн из космоса, главным образом далеких туманностей — скоплений звезд и межзвездного разреженного газа.

Методы радиоастрономии позволят начать в недалеком будущем изучение Венеры и других планет. Поверхность Венеры не видна глазу, так как ее скрывает атмосфера планеты, но эта атмосфера «прозрачна» для радиоволн. Первые опыты приема сигналов с Венеры позволили установить, что поверхность ее обладает температурой свыше 100° C, а не 50° C, как это предполагалось ранее.

Квантовая радиотехника

Изучение особенностей распространения сантиметровых волн, применяемых в радиолокации, показало, что они поглощаются в атмосфере главным образом парами воды. Особенно сильно поглощались волны длиной 1,25 *см*, для которых после второй мировой войны были разработаны конструкции радиолокационных станций. Разработка оказалась с точки зрения практической радиолокации неудачной: поглощение волн длиной 1,25 *см* резко сокращало дальность действия радиолокатора. Изготовленными для таких станций приборами и устройствами воспользовались ученые для изучения спектров поглощения отдельных газов. Так возникла новая область радиоэлектроники — радиоспектроскопия. Радиоспектроскоп представляет собой генератор, создающий радиоволны строго определенной длины (монохроматический генератор), ячейку с поглощающим веществом (чаще всего — отрезок волновода, наполненный исследуемым газом) и индикатор — электронно-

лучевой осциллограф. Эти устройства позволяют исследовать различные вещества, находящиеся в жидком, газообразном или твердом состоянии.

Радиоспектроскопия, нуждавшаяся в источниках колебаний строго определенной и постоянной частоты, помогла установить, что суточное вращение Земли вокруг своей оси неравномерно. В конце октября оно замедляется на 0,053 *сек*, в конце мая ускоряется на 0,065 *сек*. Подобные замедления и ускорения вращения Земли практического значения в повседневной жизни не имеют, но для целей астрономии это значит, что вращение Земли нельзя рассматривать как стандарт частоты, потому что сутки в разное время года неодинаковы, хотя бы на несколько десятых долей секунды!

С помощью методов радиоспектроскопии удалось разработать и новый более совершенный стандарт частоты, использующий резонансное поглощение атомами цезия волн длиной 3 *см*. Этот стандарт частоты («атомные» часы, как называют его иногда в литературе) обладает стабильностью, в 10 раз более высокой, чем вращение Земли вокруг своей оси. Атомные часы могут дать ошибку в ходе величиной в 1 *сек* за 30 лет.

Радиоспектроскопия — противоположность радиоастрономии. Последняя изучает вселенную, а радиоспектроскопия — микромир; она как бы помогает ученым заглянуть внутрь вещества. При химическом анализе смеси газов применение радиоспектроскопии позволит непрерывно контролировать ход процесса.

Поскольку каждый атом вещества колеблется на своей волне, то, может быть, удастся подобрать такую радиоволну, которая совпадет с волной нужных нам атомов. Возникнет резонанс, необычайно усиливающий частоту колебаний атома, и он распадется. Для химии это равноценно возможности переделки веществ без помощи обычных химических реакций, без длительных поисков катализаторов, ускоряющих реакцию.

Развитие методов радиоспектроскопии показало, что вещество можно привести в такое состояние, когда оно не поглощает радиоволны, а, наоборот, создает их. На этой основе советский ученый Н. Г. Басов на всесоюзной конференции по радиоспектроскопии в 1952 г. указал на возможности создания так называемого молекулярного усилителя и генератора радиоволн. Описание такого генератора-усилителя, изготовленного в США, было опубликовано Таун-

сом в 1954 г. Подобные усилители в будущем найдут применение для усиления очень слабых сигналов, что позволит улучшить работу радиотелескопов, увеличить дальность обнаружения радиолокаторов. Таковы первые шаги одной из новых областей — квантовой радиотехники, имеющей дело с атомами и молекулами.

Радиорелейные линии и автоматические радиостанции

Бурно развивающиеся новые области применения современной радиоэлектроники нисколько не умаляют роли радио- и электросвязи, радиовещания и телевидения. Ведь без помощи радиовещания, этой газеты без бумаги и «без расстояний», как определял эту область радио великий Ленин, невозможно быстро и эффективно связать воедино творческие усилия всех народов Советского Союза. Без радиосвязи мы не приняли бы сигналов наших спутников Земли. Не будет преувеличением сказать, что именно требования радиосвязи (в современном широком понимании этого слова) побуждают добиваться разрешения очень многих новых научных и технических проблем.

Одной из таких новых областей являются, например, радиорелейные линии связи. Высокие башни таких линий (80—90 *м*) с рупорными антеннами можно увидеть на некоторых магистралях, ведущих к Москве и ко многим другим пунктам СССР, например к Рязани, Калуге, Ярославлю, Харькову, Туле, Сталиногорску, Костроме, Ставрополю. Аппаратура, установленная на станциях, работает автоматически без помощи человека, позволяя вести по одной радиомагистрали до 600 одновременных телефонных разговоров, передавать телевизионные программы.

Радиорелейные линии, установленные вдоль нефте- и газопроводов, получающих большое развитие в предстоящем семилетии, позволят, кроме своего прямого назначения, осуществлять и радиоуправление работой трубопровода. Диспетчер на центральном пункте, получая автоматические радиодонесения с пунктов, сможет открывать и закрывать задвижки, пускать и останавливать насосы, компрессоры на нефтеперекачивающих и компрессорных станциях, повышать или понижать давление в трубопроводах.

Помимо нового способа связи — радиорелейных линий, встает задача применить для дальней связи полые трубы — радиоволноводы, широко используемые в современной технике радиоволн сантиметрового диапазона для передачи колебаний сверхвысоких частот в радиолокации и другой

аппаратуре. Теоретически такой способ связи должен иметь огромные преимущества по сравнению с радиосвязью через открытые пространства. При волноводной связи не будут сказываться помехи, во много раз уменьшатся потери при распространении, а количество каналов — телефонных разговоров, телеграфных переговоров, телевизионных передач — практически можно считать неограниченным. Волноводная связь на радиочастотах позволит не прибегать к помощи междугородных телефонных станций: абоненты смогут связываться друг с другом сами, как при телефонном разговоре в одном и том же городе. Предположительно, стоимость волноводной связи будет не дороже постройки радиорелейной линии.

В Арктике работают «радиовехи Алексеева» — автоматические радиостанции, сбрасываемые на самолете. В определенные часы суток такие станции начинают посылать свои позывные, по которым наблюдатели береговых станций определяют пеленги вех, устанавливая с их помощью дрейф ледяных полей в Полярном бассейне. По вызову полярной радиостанции веха передает свои позывные, а затем приступает к кодированной передаче показаний метеорологических приборов, расположенных на вехе.

Сведения о погоде на Рыбинском море, где весной и осенью бушуют сильные штормы, опасные для караванов, плотов и барж, во время навигации каждый час передает радиобуй, установленный на якоре в центре моря. Радиограммы буя, слышимые в радиусе 100 *км*, указывают скорость и направление ветра, температуру и влажность воздуха, температуру воды.

Пассивные радиобуи — уголковые отражатели радиоволн — используются китобойной флотилией «Слава» при охоте за китами. Такие буи укрепляются на тушах убитых животных. Во время промысла туши китов разносятся ветром и волнами по океану на расстояние до 30 *км* и более. Радиолокатор на «Славе» помогает определять координаты буев, хорошо отражающих падающие на них радиоволны.

По всему Советскому Союзу стал неотъемлемой деталью пейзажа башенный кран на многочисленных стройках. Работу машиниста его нередко затрудняет отсутствие видимости тех участков, откуда берут строительные блоки и где следует их укладывать. В этих случаях необходимы «махальщики», сигнализирующие крановщику флажками, что́ ему необходимо делать.

В лаборатории комплексной автоматизации и механизации Московского высшего технического училища имени Баумана инженеры В. И. Жильцов и Л. Н. Семенов разработали аппаратуру для управления мостовым краном по радио. Оператор, руководящий работой крана, имеет за спиной передающую радиостанцию, весящую всего 6 *кг*, а в руках—переносный пульт управления. Приемная радиостанция установлена в кабине крана и по принимаемым сигналам управляет работой его моторов.

Радиосвязь в межпланетном пространстве

Техника радиосвязи и радионавигации сыграет большую роль в будущих межпланетных путешествиях. Понадобится обеспечивать радиосвязь земных баз с межпланетными кораблями, а также связь между кораблями. Для этого потребуются дальнейшие улучшения конструкций антенн, снижение уровня собственных шумов приемника, применение усилителей новых видов (например, молекулярных), разработка эффективных методов выделения слабых сигналов из шумов и т. д.

Значительное улучщение в межпланетной радиосвязи даст применение направленных методов передачи и приема. Однако в этом случае придется считаться с новым фактором: необходимостью знать местоположение корреспондента в пространстве, потому что поиск его займет довольно много времени. Время распространения радиоволн в межпланетном пространстве не столь уж мало, как это принято считать на Земле, и им пренебрегать нельзя. Для передачи на межпланетные корабли, находящиеся где-либо в пределах орбиты Земли, время распространения составит 12 *мин*. В этих же условиях и на Земле можно будет пропустить сигнал, посылаемый с межпланетного корабля, если только не применять систему очень медленного поиска источников радиоволн в пространстве.

Для связи «кругового типа» между базой на Земле и кораблем в пространстве понадобится, вероятно, всенаправленный передатчик на базе и направленный приемник на корабле, поскольку положение базы относительно корабля будет хорошо известно. В межпланетном пространстве, свободном от ускорения, корабль сможет выбросить легкую антенну, обладающую большой направленностью. Она будет лететь рядом с кораблем, может быть направлена на базу и обеспечит дальнюю связь при ограниченной мощности передатчика на корабле.

Для связи при космических полетах нужны антенны предельно больших размеров, развертывающиеся после выхода корабля из атмосферы и автоматически ориентируемые. На корабле желательно охлаждение входных цепей приемников для снижения уровня шумов, применение метода накопления сигналов. Поскольку на корабле нельзя установить мощного передатчика, на земле должен работать максимально чувствительный приемник. Целесообразно применение молекулярных усилителей, что повлияет на выбор рабочих частот и на требования к стабильности частоты передатчика.

* * *

7 мая 1895 г. радиоаппаратура А. С. Попова работала в стенах физической аудитории, его приемник, переделанный летом в грозоотметчик, принимал сигналы молний за десятки километров. Ныне волны радиопередающих станций обегают весь земной шар, приходят к нам от спутников Земли, от космической ракеты за полмиллиона километров, достигают диска Луны и возвращаются обратно. Современные радиоприемники обнаруживают радиоизлучение Солнца и звезд, удаленных на многие миллиарды километров.

Время, прошедшее с памятного дня 7 мая 1895 г., можно назвать годами триумфального шествия радио во всех областях техники, науки и культуры. От А. С. Попова и одного-двух его помощников до многих тысяч советских радиоспециалистов, от физического кабинета в здании Офицерского минного класса до сотен больших научно-исследовательских институтов, ОКБ и лабораторий, где решаются многие сложные вопросы современной радиоэлектроники, от Кронштадтской мастерской до многочисленных заводов радиотехнической промышленности и приборостроения, от связи через Финский залив до радиолиний двусторонней связи с Космосом, от нескольких сот радистов в войне 1914—1918 гг. до десятков тысяч радистов на радиостанциях всех назначений, в экспедициях, на пароходах, от первого радиоприемника до современной весьма сложной радиоаппаратуры — таков путь, пройденный наследниками и преемниками дела, начатого А. С. Поповым.

Цена 2 руб.